PERIODICAL
(12) Meddel. Serie: Hydrogr.
LIBRARY
FISH & WILDLIFE SERVICE
PACIFIC OCEANIC FISHERY
INVESTIGATIONS

MEDDELELSER

FRA

KOMMISSIONEN FOR HAVUNDERSØGELSER

SERIE: HYDROGRAFI · BIND I

Nr. 12. J. P. Jacobsen: DER SAUERSTOFFGEHALT DES MEERESWASSERS IN DEN DAENISCHEN GEWAESSERN INNERHALB SKAGENS. (MIT 5 TAFELN)

KØBENHAVN
I KOMMISSION HOS C. A. REITZEL
BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI
1908

MEDDELELSER FRA KOMMISSIONEN FOR HAVUNDERSØGELSER
SERIE: HYDROGRAFI · BIND I · NR. 12 · 1908

DER SAUERSTOFFGEHALT DES MEERESWASSERS

IN DEN DAENISCHEN GEWAESSERN INNERHALB SKAGENS

VON

J. P. JACOBSEN

MIT 5 TAFELN

KØBENHAVN
I KOMMISSION HOS C. A. REITZEL
BIANCO LUNOS BOGTRYKKERI
1908

INHALT

Seite

Beobachtungsmaterial 3

Die Grösse des relativen Sauerstoffgehalts an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten 14

Einfluss von Erwärmung, Abkühlung, Vermischung m. m. auf den Sättigungsgrad des Meereswassers mit Sauerstoff 15

a. Oberfläche 15

b. Die intermediären Schichten 17

c. Die Bodenschicht 23

Beobachtungsmaterial.

Während die dänischen Gewässer bereits seit einer längeren Reihe von Jahren hinsichtlich der Verteilung der Temperatur und des Salzgehalts zu verschiedenen Zeiten untersucht werden, waren die zur Ermittlung des Gasgehalts des Meereswassers angestellten Untersuchungen bis vor ca. 4 Jahren nur gering an Zahl und nicht systematisch. Zwar muss einerseits im allgemeinen zugegeben werden, dass die Schwankungen der Temperatur und des Salzgehalts für das organische Leben im Meere eine grössere Rolle spielen als die des Gasgehalts, sowie auch dass Temperatur und Salzgehalt einer Wassermenge sich mit grösserer Zuverlässigkeit zur Bestimmung der Herkunft und der allgemeinen hydrographischen Eigenschaften des Wassers benutzen lassen als der Gasgehalt; dass andererseits aber auch die Untersuchungen des Sauerstoffgehalts des Meereswassers zu wertvollen hydrographischen Aufschlüssen führen werden, wird meines Erachtens aus dem Beobachtungsmaterial erhellen, dessen Art unten erörtert werden soll.

Kurz nachdem Dänemark sich den internationalen Meeresuntersuchungen angeschlossen hatte, wurde die Ausarbeitung einer Methode zur Bestimmung des Sauerstoffgehalts des Meereswassers in Angriff genommen. Magister N. Bierrum hat darüber Bericht erstattet und die gewonnenen Ergebnisse mitgeteilt[1]). Die damals ausgearbeitete Methode, eine Modifikation der Winchlerschen Titriermethode, ist bei allen späteren Untersuchungen angewendet worden. Die Titrierungen wurden im Hydrographischen Laboratorium ausgeführt.

Da eine solche Bestimmung nur die Sauerstoffmenge ergibt, die in einer gewissen Menge von Meereswasser vorhanden ist, während in den meisten Fällen eben das Verhältnis zwischen dieser Sauerstoffmenge und derjenigen von Interesse ist, die im Meereswasser vorhanden sein könnte, falls dieses mit Sauerstoff gesättigt wäre, so muss man, um dieses Verhältnis ausfindig zu machen, eine Tabelle über die Sauerstoffmenge benutzen, die bei verschiedenen Salzgehalten und Temperaturen von einem gewissen Quantum Meereswasser (1 Liter) absorbiert werden kann. Für das vorliegende Material wurden von mir bereits früher hergestellte und veröffentlichte Tabellen[2]) benutzt.

Das in diesem Aufsatz veröffentlichte Material wurde von August 1904 bis Mai 1907 gleichzeitig mit den Quartalsmessungen eingesammelt. Die Stationen, von denen die Proben stammen, sind für die ganze Periode im wesentlichen dieselben. Gewöhnlich sind die Proben zur Bestimmung des Sauerstoffgehalts denselben Tiefen entnommen, wie die zur Bestimmung der Temperatur und des Salzgehalts. Wir führen hier die internationalen Bezeichnungen und die Lage der Stationen an:

Station	N. Br.	Ö. L.	Station	N. Br.	Ö. L.
Da 4	57°57′,7	10°49′,6	Da 20	56°22′,3	11°48′,6
Da 7	57°52′,0	11°18′,0	Da 21	56°07′,9	11°11′,1
Da 9	57°41′,0	11°23′,0	Da 23	55°46′,7	10°48′,8
Da 10	57°35′,6	11°29′,8	Da 26	55°20′,4	11°02′,3
Da 12	57°24′,8	10°48′,0	Da 29	55°01′,5	11°02′,2
Da 15	57°17′,9	11°27′,4	Da 32	54°35′,5	11°03′,5
Da 18	56°47′,3	11°47′,0			

[1]) Medd. fra Komm. f. Havundersøg. Serie Hydrografi. Bd. I. Nr. 5. 1904.
[2]) Medd. fra Komm. f. Havundersøg. Serie Hydrografi. Bd. I. Nr. 8. 1905

Die Probeaufnahme selbst geschah, wie in den angeführten Abhandlungen beschrieben; von seltenen Ausnahmen abgesehen, wurde PETTERSON's Wasserschöpfer benutzt. Die Oberflächenwasserproben wurden mittels eines Eimers genommen, aus dem die Aufbewahrungsflasche gefüllt wurde.

Nachfolgende Tabellen enthalten den Prozentsatz der relativen Sauerstoffmenge, d. h. das hundertmalige Verhältnis zwischen der bei der Beobachtung vorhandenen Sauerstoffmenge und der Sauerstoffmenge, die bei der jeweiligen Temperatur und dem jeweiligen Salzgehalt im Wasser vorhanden sein könnte, falls dieses mit Sauerstoff unter einem Druck von 760 mm der trockenen atmosphärischen Luft gesättigt wäre. Ausser der relativen Sauerstoffmenge sind Temperatur, Salzgehalt und σ_t der betreffenden Station angegeben.

Tabellen über das Beobachtungsmaterial.

August 1904

Station **Da 4** Aug. 1 6^{10} a. m.

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
0	16·4	31·04	22·64	99·0
5	0	15	81	98·3
10	15·75	26	94	101·0
15	7	29	99	93·3
20	14·85	71	23·48	102·2
30	11·1	34·69	26·53	103·4
40	9·4	92	27·01	100·0
50	7·95	94	26	88·8
75	3	94	35	85·7
100	6·95	97	43	90·5
150	8	35·05	50	9
175	7	12	57	88·8

Station **Da 7** Aug. 1 11^{30} a. m.

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
0	17·4	27·36	19·61	102·6
5	16·9	61	91	104·5
10	4	30·73	22·40	92·1
15	15·95	31·62	23·18	101·9
20	9	76	31	0
30	55	32·23	75	—
40	14·7	68	24·27	98·6
50	12·0	33·82	25·70	100·0
75	8·9	34·90	27·08	90·1
95	7·25	90	33	84·1

Station **Da 9** Aug. 1 2^{40} p. m.

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
0	18·0	23·95	16·88	102·2
5	17·8	93	90	7
10	16·6	24·67	17·74	105·7
15	15·9	28·08	20·49	107·5
20	9	30·30	22·18	104·0
30	7	32·20	23·69	101·0
40	1	54	24·08	98·6
50	13·3	33·04	84	100·0
75	8·5	34·88	27·12	87·4
92	7·7	92	27	83·7

August 1904

Station **Da 12** Aug. 1 8^{05} p. m.

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
0	18·2	23·71	16·65	103·6
5	17·2	25·03	17·88	—
10	2	28·39	20·43	103·8
15	14·8	32·01	23·73	—
20	6	52	24·17	95·4
30	11·4	97	25·15	85·8
40	9·0	33·33	83	68·8

Station **Da 15** Aug. 1 8^{17} a. m.

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
0	18·2	23·77	16·68	100·5
5	17·97	24·11	17·01	3
10	16·56	27·52	19·92	105·8
15	14·63	31·08	23·06	101·2
20	13·15	32·14	24·17	90·2
30	11·05	79	25·07	89·6
35	10·17	33·01	39	87·1
40	8·46	01	66	84·0
50	7·41	31	26·06	81·9
70	20	82	26·49	74·6

Station **Da 18** Aug. 1 4^{30} p. m.

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
0	18·4	20·08	13·85	102·0
5	3	21·62	15·04	9
10	16·56	22·48	16·08	103·7
15	14·43	29·33	21·75	0
20	13·51	30·86	23·11	97·7
30	11·59	32·25	24·55	87·8
35	8·90	32	25·07	86·8
40	7·80	86	64	83·7
50	6·34	90	87	79·6
60	26	88	87	78·4

Station **Da 20** Aug. 1 9^{20} p. m.

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
0	18·7	17·95	12·17	97·8
5	17·35	22·36	15·81	—
10	16·67	81	16·30	101·7
15	15·97	23·93	17·31	—
20	14·99	25·37	18·60	101·5
25	9·92	31·76	24·46	—
29	7·66	32·77	25·59	86·3

Station **Da 21** Aug. 2 1^{30} a. m.

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
0	18·1	12·11	7·86	100·0
5	47	15·48	10·34	—
10	19	16·46	11·15	—
15	17·21	20·84	14·69	103·8
20	12·47	29·09	21·95	—
30	10·54	31·31	24·01	—

Station **Da 23** Aug. 1 4^{00} a. m.

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
0	17·92	11·26	7·26	99·5
5	92	49	44	87·0
10	81	12·16	97	104·0
15	16·17	16·29	11·44	103·8
20	10·55	29·52	22·62	80·2
30	40	30·26	23·22	89·6
40	9·88	52	50	91·2
50	11·09	61	36	8

Station **Da 26** Aug. 1 10^{15} a. m.

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
0	18·72	9·70	5·91	99·7
5	37	72	99	85·1
7·5	27	80	6·07	—
10	79	11·09	6·95	102·8
12·5	16·07	18·84	13·40	—
15	11·35	27·14	20·64	88·2
20	9·38	29·81	23·03	79·1
30	8·98	30·07	28	76·8
40	73	17	40	73·8
50	68	17	41	78·3
56	63	16	41	79·0

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
August 1904				
Station **Da 29** Aug. 1 2^{20} p. m.				
0	18·8	9·11	5·43	103·2
5	22	29	70	104·3
10	17·85	10·07	6·37	102·1
15	16·87	12·92	8·73	93·0
17·5	12·57	21·96	16·44	—
20	10·75	27·16	20·76	84·1
31	8·78	29·85	23·15	80·5
Station **Da 32** Aug. 1 7^{20} p. m.				
0	17·9	11·76	7·65	101·7
5	82	12·95	8·57	—
10	13·92	16·89	12·31	—
15	12·93	18·59	13·78	86·3
20	62	19·47	14·51	82·7
30	10·48	25·39	19·43	73·4
November 1904				
Station **Da 4** Nov. 1 6^{30} a. m.				
0	10·2	32·97	25·36	98·6
5	3	65	09	9
10	3	33·15	49	99·2
15	75	68	81	96·5
20	9	34·58	26·49	89·1
30	11·0	76	61	94·0
40	10·9	81	68	93·6
50	8	35·05	87	91·1
75	9·75	05	27·05	89·1
100	7·8	05	36	77·0
150	5	07	42	78·2
180	6	19	51	79·3
Station **Da 7** Nov. 1 3^{15} p. m.				
0	9·2	25·77	19·91	100·3
5	9	26·76	20·58	98·4
10	11·1	31·09	23·74	97·0
15	10·5	32·59	25·01	96·7
20	8	99	27	97·3
30	8	33·31	52	96·0
40	11·0	48	61	95·3
50	3	82	83	8
75	9·25	34·88	27·01	76·9
83	0	85	02	77·5
Station **Da 9** Nov. 2 7^{35} a. m.				
0	9·0	27·90	21·60	96·3
5	6	—	—	—
10	11·3	31·35	23·90	96·3

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
November 1904				
15	11·1	33·31	25·47	95·2
20	05	28	45	5
30	1	28	44	94·4
40	45	80	78	95·8
50	5	96	90	94·2
75	9·9	34·81	26·85	81·2
89	7	87	92	80·5
Station **Da 10** Nov. 2 9^{20} a. m.				
0	9·3	23·51	18·15	98·1
5	4	59	19	96·1
10	10·9	28·78	21·99	93·0
15	11·0	32·84	25·12	96·5
20	0	33·08	30	95·5
30	5	66	66	92·2
40	7	87	79	90·9
50	5	34·13	26·02	91·2
78	10·55	27	31	85·0
Station **Da 10** Nov. 1 7^{15} a. m.				
0	8·0	22·79	17·75	95·2
5	9·4	23·40	18·04	96·1
10	10·7	28·73	21·98	90·6
15	8	30·07	22·99	95·3
20	11·8	32·92	25·04	92·8
30	4	33·57	60	74·3
40	6	93	85	91·7
50	6	34·09	97	99·2
75	10·8	40	26·36	72·1
87	6	42	41	74·6
Station **Da 12** Nov. 2 1^{08} p. m.				
0	9·2	25·30	19·54	94·1
5	25	28	52	98·7
10	6	97	20·01	97·0
15	11·5	33·64	25·64	—
20	5	62	63	90·5
30	7	—	—	—
38	8	33·89	25·79	79·0
Station **Da 15** Nov. 1 11^{55} a. m.				
0	9·1	21·78	16·83	—
5	8	23·87	18·36	97·4
10	10·6	28·03	21·44	94·0
15	11·4	31·62	24·10	93·6
20	5	33·15	25·27	87·1
30	0	86	90	76·7
40	10·4	34·29	26·34	79·1
50	2	40	47	72·9
75	9·6	60	72	67·4

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
November 1904				
Station **Da 18** Nov. 1 6^{55} p. m.				
0	9·4	20·50	15·79	98·6
5	4	88	16·09	—
10	7	21·35	41	85·1
15	10·0	24·00	18·42	—
17·5	12·1	32·18	24·40	—
20	0	95	25·02	68·7
30	11·6	33·78	74	101·5
35	3	91	90	81·9
Station **Da 20** Nov. 2 12^{20} a. m.				
0	9·5	20·37	15·67	98·9
5	6	35	65	—
10	6	32	62	98·4
15	6	43	71	—
17·5	12·0	28·95	21·92	—
20	13·2	31·92	23·99	77·4
22·5	12·6	32·81	24·80	—
27	11·7	33·77	25·70	62·0
Station **Da 21** Nov. 2 5^{00} a. m.				
0	9·1	20·16	15·56	95·8
5	8	21·02	16·15	94·4
10	10.2	21·42	40	92·8
15	4	22·21	97	111·0
20	11·7	29·87	22·68	67·4
30	12·2	33·04	25·05	57·2
Station **Da 23** Nov. 2 10^{20} a. m.				
0	9·7	18·89	14·50	96·7
5	8	89	49	4
10	7	19·22	76	95·2
15	10·0	22·11	16·95	91·2
17·5	11·1	25·39	19·33	—
20	9	29·63	22·48	64·5
30	12·3	31·78	24·05	60·0
35	4	32·07	26	0
Station **Da 23** Nov. 1 7^{30} a. m.				
0	9·7	18·87	14·49	95·6
5	79	96	55	2
10	83	19·33	83	94·7
15	90	85	15·22	8
17·5	11·27	26·09	19·85	—
20	99	29·56	22·40	64·6
30	12·44	31·96	24·18	61·8
40	47	32·29	42	8
45	27	27	45	4

November 1904

Station **Da 26** Nov. 1 2^{50} p. m.

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
0	9·7	15·53	11·90	97·1
5	86	70	12·01	96·5
10	10·00	16·04	26	95·2
15	9·88	17·25	13·21	93·1
17·5	10·47	20·25	15·45	88·8
20	11·44	25·39	19·28	79·3
30	12·10	30·19	22·88	61·8
40	23	86	23·36	8
50	22	99	46	59·2
58	21	31·00	48	54·5

Station **Da 29** Nov. 2 7^{25} a. m.

0	9·6	13·10	10·01	95·5
5	71	48	30	94·6
10	10·19	14·45	99	—
15	17	87	11·32	87·8
20	11·09	22·45	17·06	80·0
30	95	28·86	21·87	—
35	96	96	95	60·7

Station **Da 32** Nov. 2 1^{00} p. m.

0	9·8	13·17	10·05	98·8
5	89	13	01	97·9
10	63	14·07	77	9
12·5	71	89	11·38	—
15	96	15·72	12·01	—
20	10·57	17·81	13·54	89·8
30	69	18·71	14·23	88·4

Februar 1905

Station **Da 20** Feb. 1 1^{15} p. m.

0	1·3	24·34	19·52	98·6
5	8	26·00	20·82	6
10	8	04	85	4
15	8	04	85	6
20	8	04	85	5
27	3·8	28·98	23·05	92·7

Station **Da 21** Feb. 1 5^{15} p. m.

0	1·3	20·68	16·59	98·1
5	2	70	61	0
10	2·0	23·26	18·62	96·8
15	6	25·52	20·39	94·2
20	3·0	26·60	21·23	95·3
30	2	27·12	63	—
40	2	27	73	96·8

Februar 1905

Station **Da 23** Feb. 1 10^{30} p. m.

0	1·7	22·63	18·13	98·4
5	7	66	16	1
10	7	83	29	101·7
15	8	23·19	58	97·6
20	9	26	62	9
30	9	59	89	7
40	2·1	24·05	19·24	8
45	1	14	32	9

Station **Da 23** Feb. 1 9^{00} a. m.

0	0·8	16·76	13·46	97·1
5	1·34	20·05	16·08	96·7
10	2·09	22·36	17·90	98·9
15	10	23·48	18·79	0
20	10	80	19·05	97·4
30	11	24·11	29	9
40	09	00	20	8
55	19	51	61	8

Station **Da 26** Feb. 1 2^{10} p. m.

0	1·5	21·13	16·93	93·7
5	54	22	17·01	97·8
10	52	44	18	100·8
15	72	69	38	97·5
20	71	06	16·88	94·9
30	72	22·03	17·66	97·8
40	71	50	18·04	96·9
50	72	20	17·79	97·2
60	62	70	18·20	95·9

Station **Da 29** Feb. 3 9^{50} a. m.

0	1·10	19·87	15·95	97·3
5	09	96	16·02	96·6
10	34	21·20	17·00	97·2
15	39	22	02	2
20	39	33	10	8
30	42	47	22	5

Station **Da 32** Feb. 3 9^{05} p. m.

0	1·1	18·21	14·61	97·6
5	09	21	61	6
10	07	21	61	8
15	09	24	64	104·2
20	09	30	69	97·8
30	09	31	70	98.6

Maj 1905

Station **Da 4** Maj 1 5^{40} a. m.

0	5·9	30·77	24·25	102·0
5	85	86	33	3
10	2	33·08	26·16	113·9
15	15	34·60	27·36	104·8
20	1	67	43	102·6
30	1	76	49	99·4
40	4	88	55	95·7
50	6	97	61	94·4
75	9	99	58	93·8
100	4	99	64	95·6
150	3	99	65	96·4
174	3	99	65	8

Station **Da 7** Maj 1 5^{30} p. m.

0	5·9	24·56	19·37	100·4
5	75	94	67	108·1
10	6	26·18	20·67	101·4
15	3	29·74	23·51	105·0
20	4·95	31·27	24·76	7
30	5·55	33·69	26·59	103·7
40	55	95	80	6
50	4	34·27	27·07	6
75	35	36	15	0
86	2	63	38	94·3

Station **Da 9** Maj 1 7^{25} p. m.

0	5·75	23·10	18·22	99·7
5	7	42	50	100·0
10	3	24·07	19·04	8
15	3	29·56	23·37	103·3
20	3	31·87	25·19	102·2
30	35	33·48	26·45	101·8
40	3	98	85	98·3
50	3	34·18	27·01	100·9
75	3	43	21	6
81	3	45	22	0

Station **Da 10** Maj 2 6^{20} a. m.

0	5·4	20·59	16·29	100·3
5	4	21·24	80	3
10	3	22·86	18·09	99·9
15	35	23·71	76	7
30	4·3	33·49	26·58	97·9
40	5	34·18	27·10	93·7
50	6	47	32	92·4
75	5·05	83	55	89·6
87	1	85	56	2

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
		Maj 1905		
		Station **Da 10** Maj 1 7^{45} a. m.		
0	5·8	23·06	18·20	108·4
5	6	06	22	100·8
10	4	42	52	5
15	2	27·29	21·58	101·5
20	4·2	32·30	25·64	103·1
30	1	33·37	26·50	—
40	4	91	90	95·5
50	9	34·25	27·11	96·6
75	8	56	37	92·7
90	9	79	54	91·9
		Station **Da 12** Maj 2 11^{15} a. m.		
0	5·8	21·62	17·07	99·9
5	75	62	07	100·1
10	4·5	32·81	26·01	107·7
15	5	—	—	—
20	55	34·34	27·23	90·9
30	65	51	35	89·6
40	65	51	35	3
		Station **Da 15** Maj 1 12^{40} p. m.		
0	6·2	20·99	16·53	102·5
5	5·4	21·08	67	100·4
10	4	22·48	17·78	7
15	4·9	26·67	21·13	103·6
20	2	33·06	26·24	104·8
30	2	30	43	101·8
40	5	34·16	27·08	96·2
50	5·0	36	19	97·9
70	4·9	70	48	91·9
		Station **Da 18** Maj 1 10^{10} p. m.		
0	5·7	20·35	16·08	100·3
5	6	48	19	3
10	6	21·94	17·34	9
11·25	3	22·21	57	—
12·5	4·2	26·94	21·40	—
15	3·8	32·01	25·46	105·8
20	8	33·12	26·33	99·2
30	4·0	77	83	92·0
40	0	87	91	90·0
47	0	91	94	89·6
		Staiion **Da 20** Maj 2 3^{50} a. m.		
0	5·6	18·30	14·47	100·9
5	5	33	50	8
10	1	19·05	15·11	9
11·25	4·8	20·30	16·11	—
12·5	4·0	24·29	19·32	—
15	3·7	31·02	24·68	81·9
20	4·0	33·39	26·53	87·0
28	3·8	32·66	25·97	89·3
		Station **Da 21** Maj 2 8^{00} a. m.		
0	5·6	19·24	15·21	101·0
5	5	24	22	0
10	5	25	24	6
15	4·8	22·61	17·93	102·5
20	2	33·42	26·54	88·7
30	0	57	67	106·9
		Station **Da 23** Maj 2 12^{40} p. m.		
0	5·9	18·04	14·25	101·2
5	8	08	28	9
10	7	39	53	102·2
15	3	19·38	15·35	100·9
16·25	3	29	28	—
17	1	20·46	16·22	—
17·5	4·3	25·19	20·01	—
20	1	31·47	25·00	89·3
30	1	33·15	26·33	88·0
40	1	22	39	2
48	1	22	39	5
		Station **Da 23** Maj 1 4^{35} a. m.		
0	5·40	18·73	14·82	100·6
5	28	84	92	9
10	25	98	15·04	101·0
15	4·88	19·90	80	99·1
20	02	28·31	22·51	90·0
30	02	29·72	23·62	87·7
40	06	28·31	22·50	88·2
50	07	44	60	—
		Station **Da 26** Maj 1 11^{05} a. m.		
0	6·1	16·94	13·37	103·0
5	5·77	17·07	49	101·5
10	42	30	70	3
15	37	45	81	100·8
17·5	4·77	20·90	16·59	97·3
20	17	24·00	19·08	92·4
30	57	28·39	22·51	86·5
40	3·97	27·83	12	85·2
50	97	28·13	36	6
55	4·07	68	79	5
		Maj 1905		
		Station **Da 29** Maj 1 2^{55} p. m.		
0	6·1	14·79	11·68	102·0
5	5·86	96	82	98·6
10	75	15·14	97	2
15	30	17·56	13·91	100·1
20	4·26	22·79	18·12	93·3
30	3·89	26·27	20·90	84·5
39	88	25·28	12	105·4
		Station **Da 32** Maj 1 8^{45} p. m.		
0	6·0	14·20	11·22	104·1
5	4·77	79	77	105·5
10	97	15·72	12·48	99·6
15	85	16·18	86	108·2
20	17	17·30	13·79	102·1
30	3·67	19·76	15·76	87·5
		August 1905		
		Station **Da 4** Aug. 2 7^{35} a. m.		
0	15·8	30·10	22·05	98·5
5	9	29·99	21·95	8
10	85	30·10	22·04	99·3
15	55	26	23	100·4
20	14·7	31·89	23·65	101·2
30	9·8	35·08	27·07	119·2
40	8·4	08	30	118·9
50	7·7	12	43	112·9
75	6·8	08	53	93·2
100	7	08	54	91·1
125	7	08	54	90·8
150	7	08	54	89·8
183	7	08	54	1
		Station **Da 7** Aug. 1 3^{50} p. m.		
0	16·1	30·12	22·01	100·0
5	15·8	16	10	99·8
10	7	21	16	7
15	6	21	18	7
20	6	53	43	100·2
30	14·3	32·66	24·34	102·0
40	13·0	33·91	25·57	106·0
50	12·1	34·47	26·18	103·6
75	7·9	63	27·02	91·2
93	7	83	20	8

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
August 1905				
Station **Da 9** Aug. 1. 12^{48} p. m.				
0	16·6	28·66	20·78	99·0
5	7	—	—	—
10	15·85	30·05	22·00	100·0
15	8	35	25	99 0
20	8	43	30	8
30	5	31·44	23·15	97·9
40	1	92	61	8
50	11·1	33·35	25·50	94·2
75	7·2	34·22	26·79	83·8
90	2	49	27·00	87·5
Station **Da 10** Aug. 2 5^{40} a. m.				
0	15·6	30·46	22·37	98·5
5	66	46	36	94·2
10	70	46	36	96·9
15	70	48	38	98·5
20	61	84	67	99·1
30	50	31·44	23·15	97·6
40	12·00	32·52	24·69	96·6
50	10·16	33·13	25·49	95·4
60	8·20	80	26·33	—
75	6·90	87	57	85·6
80	63	87	61	2
Station **Da 10** Aug. 1 11^{05} a. m.				
0	17·1	26·58	19·08	98·5
5	16·9	27·50	83	97·8
10	7	29·99	21·78	99·1
15	6	30·28	22·02	98·6
20	5	46	17	99·5
30	15·3	31·44	23·19	98·5
40	9·9	33·15	25·56	96·1
50	7·2	49	26·22	94·1
65	6·6	95	67	85·2
Station **Da 12** Aug. 1 6^{55} a. m.				
0	16·6	29·29	21·26	98·1
5	9	31	20	97·9
10	95	31	19	98·6
15	85	33	23	97·6
20	13·9	—	—	—
30	10·6	33·48	25·68	84·9
39	9·7	—	—	—
Station **Da 15** Aug. 2 1^{00} a. m.				
0	17·5	23·95	16·99	92·8
5	60	95	97	1
10	30	26·67	19·11	98·1
15	00	28·84	20·83	3

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
August 1905				
20	16·10	30·68	22·44	99·3
30	12·80	32 45	24·48	98·5
35	11·20	33·15	25·32	—
40	7·48	44	26·13	89·9
50	6·16	84	64	84·8
66	18	34·11	85	78·1
Station **Da 18** Aug. 1 6^{00} p. m.				
0	17·8	20·59	14·37	95·1
5	80	23·60	16·66	97·8
10	60	25·90	18·44	95·3
15	20	27·63	19·85	102·3
20	16·38	29·54	21·50	100·9
30	15·01	30·70	22·69	95·9
35	14·20	31·18	23·22	—
40	15·75	33·44	24·62	115·3
50	50	53	75	108·2
Station **Da 20** Aug. 1 1^{20} p. m.				
0	18·3	17·66	12·04	95·3
5	17·83	20·05	13·95	97·3
10	80	30	14·15	8
15	35	23·64	16·79	100·8
17·5	15·50	27·85	20·39	104·4
20	10·44	31·40	24·09	106·7
24	7·88	32·25	25·16	102·7
27	40	39	34	101·5
Station **Da 21** Aug. 1 9^{25} a. m.				
0	17·9	18·60	12·84	98·0
5	80	60	86	99·7
10	82	71	94	96·3
15	16·40	25·14	18·14	104·5
17·5	12·19	29·56	22·37	—
20	10·96	30·16	23·05	107·2
30	9·06	31·20	24·17	106·2
40	8·70	33	31	2
Station **Da 23** Aug. 1 4^{30} a. m.				
0	17·4	17·95	12·46	98·0
5	54	18·12	55	3
10	14	59	99	2
15	11·60	26·44	20·06	104·7
20	8·94	30·12	23·34	103·5
30	01	31·06	24·21	100·0
40	7·92	11	26	4
50	60	33	48	99·6
54	54	24	41	98·5

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
August 1905				
Station **Da 26** Aug. 1 9^{25} a. m.				
0	17·6	15·81	10·79	100·0
5	45	16·44	11·29	99·7
10	48	17·14	82	2
12·5	36	39	12·03	99·8
15	10·23	28·15	21·61	104·4
20	8·71	29·85	23·16	122·2
30	7·61	31·04	24·25	98·5
40	43	20	40	0
50	38	26	45	97·8
60	33	20	41	2
Station **Da 29** Aug. 1 12^{30} p. m.				
0	18·0	14·79	9·93	100·5
5	17·50	15·79	10·80	99·8
10	16·64	17·59	12·34	107·0
15	15·97	18·71	13·33	100·2
20	8·04	30·26	23·57	98·1
30	7·44	97	24·21	96·2
Station **Da 32** Aug. 1 6^{23} p. m.				
0	17·8	12 90	8·53	99·8
5	17	15·10	10·34	98·4
10	00	16·28	11·26	5
15	15·50	18·57	13·30	96·7
20	13·03	22·21	16·55	93·9
30	8·21	27·59	21·47	77·9
36	11	61	50	89·7
November 1905				
Station **Da 4** Nov. 1 6^{50} a. m.				
0	8·7	32·27	25·06	96·7
5	7	30	08	97·1
10	7	30	08	4
15	65	45	19	98·2
20	6	77	46	97·6
30	9.5	33·77	26·09	95·3
40	65	34·49	63	90·3
50	5	88	97	1
75	8·4	96	27·20	83·3
100	7·9	35·05	34	81·2
150	9	12	40	82·1
174	85	12	41	7
Station **Da 7** Nov. 1 3^{35} p. m.				
0	7·15	21.42	16·78	97·8
5	15	58	91	8
10	5	22·52	17·60	1

Tiefe Meter	Tempe-ratur	Salz-gehalt	σ_t	Sauer-stoff
	November 1905			
15	7·8	24·56	19·15	94·6
20	8·65	31·31	24·31	95·6
30	65	33·19	25·78	96·7
40	8	35	88	2
50	8	57	26·05	95·7
75	7	34·20	56	89·6
86	15	90	27·20	80·8
	Station **Da 9** Nov. 2 6^{50} a. m.			
0	7·4	22·29	17·42	97·5
5	5	61	66	0
10	5	75	78	96·5
15	5	25·23	19·72	3
20	8·5	29·79	23·15	—
30	8	33·33	25·86	96·5
40	75	49	26·00	3
50	75	60	09	95·6
75	7	34·51	80	84·2
95	7·9	97	27·29	80·7
	Station **Da 10** Nov. 2 9^{15} a. m.			
0	7·1	20·86	16·35	98·0
5	1	99	44	97·3
10	1	21·26	66	1
15	05	94	17·19	95·9
20	9·4	27·95	21·58	89·2
30	10·5	33·62	25·82	90·3
40	2	34·27	26·37	89·6
50	05	52	59	86·5
75	7·85	97	27·30	80·5
	Station **Da 10** Nov. 1 6^{30} a. m.			
0	7·1	21·65	16·96	—
5	15	69	98	96·6
10	04	96	17·21	94·4
15	64	23·75	18·54	95·4
20	48	24·54	19·17	96·5
25	9·90	30·75	23·69	87·6
30	10·38	32·95	25·32	4
40	00	34·09	26·26	84·7
50	9·40	69	82	81·7
75	8·03	76	27·10	83·3
80	05	58	26·96	—
	Station **Da 12** Nov. 2 1^{40} p. m.			
0	7·3	23·22	18·17	98·5
5	05	93	74	97·5
10	9·9	31·49	24·26	91·8
15	10·75	33·71	25·84	92·3
20	11·15	34·07	26·04	4
30	10·1	56	61	84·8
34	9·15	72	89	78·5

Tiefe Meter	Tempe-ratur	Salz-gehalt	σ_t	Sauer-stoff
	November 1905			
	Station **Da 15** Nov. 1 11^{30} a. m.			
0	—	24·52	—	—
5	7·45	52	19·17	97·5
7·5	42	52	17	—
10	10·16	29·94	23·00	88·0
15	90	33·19	25·41	89·5
20	96	86	91	90·7
30	34	34·36	26·41	88·9
40	9·88	56	65	83·4
50	52	72	83	82·8
58	44	72	85	6
	Station **Da 18** Nov. 1 7^{10} p. m.			
0	7·5	21·60	16·88	96·7
5	56	64	90	94·1
10	52	74	99	98·1
12·5	80	22·20	17·31	—
15	10·90	31·08	23·77	83·4
20	78	33·08	25·34	84·7
30	60	73	87	74·4
40	40	89	26·04	82·2
42·5	20	34·09	22	81·9
	Station **Da 20** Nov. 2 12^{30} a. m.			
0	7·2	17·85	13·97	97·3
5	36	18·08	14·14	94·6
10	66	19·78	15·44	95·6
12·5	8·00	20·37	86	90·9
15	10·14	25·44	19·52	76·7
20	42	33·68	25·86	73·7
32·5	38	82	99	7
	Station **Da 21** Nov. 2 4^{20} a. m.			
0	7·4	17·70	13·84	88·5
5	84	18·33	14·29	89·0
10	46	19·16	97	91·7
15	8·14	20·43	15·89	93·5
17·5	10·38	30·75	23·61	64·6
20	80	32·75	25·08	6
30	80	94	22	61·5
	Station **Da 23** Nov. 2 11^{15} a. m.			
0	7·5	14·13	11·04	88·7
5	50	13	04	92·9
10	62	51	32	95·1
15	60	15·01	72	6
17·5	9·22	25·01	19·32	74·9
20	84	27·92	21·49	65·9
30	10·66	31·60	24·21	58·2
40	76	67	26	59·3
48	77	76	32	4
60	76	78	33	7

Tiefe Meter	Tempe-ratur	Salz-gehalt	σ_t	Sauer-stoff
	November 1905			
	Station **Da 23** Nov. 1 7^{30} a. m.			
0	7·5	14·72	11·50	97·1
5	50	72	50	—
10	40	98	70	—
15	50	98	70	96·6
20	9·70	27·63	21·28	68·6
30	10·40	28·12	56	58·6
40	50	42	77	—
54	59	—	—	—
58	55	—	—	—
59	55	31·02	23·78	59·1
	Station **Da 26** Nov. 1 1^{45} p. m.			
0	7·8	13·31	10·38	95·7
5	75	31	38	—
10	75	33	39	95·0
15	65	77	74	5
20	9·60	23·51	18·11	71·1
30	10·65	28·15	21·55	60·1
40	78	29·05	22·22	3
50	80	63	66	67·4
60	80	49	55	59·8
	Station **Da 29** Nov. 1 6^{25} p. m.			
0	8·0	12·34	9·59	97·4
5	7 86	39	65	96·3
10	8·01	68	86	95·9
15	05	77	93	115·4
20	57	15·19	11·76	89·4
34	10·68	27·20	20·80	58 9
	Station **Da 32** Nov. 2 8^{00} a. m.			
0	7·8	11·49	8·95	97·5
5	9	51	95	4
10	95	12·00	9·32	5
15	8·00	41	65	95·3
20	9·00	13·46	10·36	89·8
32	00	15·53	11·97	0
	Februar 1906			
	Station **Da 4** Feb. 1 11^{15} a. m.			
0	4·6	33·48	26·53	97·1
5	6	51	56	98·2
10	6	53	57	—
15	7	53	56	—
20	8	60	62	97·5
30	5·3	34·51	27·27	3
40	4	61	35	1

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
		Februar 1906		
50	5·4	34·69	27·40	94·7
75	4	74	45	97·9
100	4	83	52	7
150	4	85	52	7
172	5	92	57	5
		Station **Da 7** Feb. 1 3^{50} p. m.		
0	3·4	32·38	25·77	93·2
5	3	38	78	92·9
10	3	38	78	96·0
15	3	34	75	98·3
20	3	38	78	96·8
30	6	83	26·13	97·8
40	6	83	13	8
50	8	95	20	96·9
60	4·4	33·40	50	—
75	6	—	—	—
87	7	34·70	27·49	97·7
		Station **Da 9** Feb. 2 10^{25} a. m.		
0	3·4	32·30	25·71	97·7
5	3	30	72	98·0
10	3	30	72	97·9
15	3	30	72	98·1
20	3	30	72	0
30	5	65	98	9
40	7	84	26·13	97·8
50	9	33·08	29	95·0
75	4·2	64	71	96·1
96	4	77	79	95·7
		Station **Da 10** Feb. 2 12^{20} p. m.		
0	3·3	27·38	21·82	100·2
5	9	30·72	24·42	2
10	5	32·29	25·69	96·9
15	6	61	95	97·7
20	8	86	26·13	98·2
30	8	94	18	97·3
40	8	33·04	27	0
50	8	12	33	94·1
73	4·0	51	63	93·4
		Station **Da 10** Feb. 1 8^{15} a. m.		
0	3·4	32·27	25·69	98·4
5	2	18	63	0
10	2	18	63	97·7
15	2	18	63	98·0
20	3	18	62	2
30	7	72	26·03	97·6
40	4·0	33·03	24	9
50	3·7	15	37	93·6
76	9	37	52	0

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
		Februar 1906		
		Station **Da 12** Feb. 2 4^{50} p. m.		
0	3·1	32·00	25·51	98·0
5	1	00	51	1
10	1	00	51	5
15	1	01	52	3
20	1	10	59	4
30	4	59	95	99·2
33	9	94	26·17	97·3
		Station **Da 15** Feb. 1 11^{55} a. m.		
0	2·9	29·11	23·22	98·3
5	8	20	30	97·4
10	8	29	37	3
15	3·2	31·06	24·75	1
20	4	73	25·26	96·9
30	5	32·47	84	—
40	6	70	26·02	96·8
50	4·1	33·24	40	95·6
72	5·6	34·20	99	90·1
		Station **Da 18** Feb. 1 7^{25} p. m.		
0	2·3	25·12	20·09	97·4
5	3	14	10	5
10	6	90	68	5
15	7	26·29	21·00	0
17·5	7	08	20·83	97·5
18·25	7	27	99	—
20	4·7	31·60	25·04	92·8
30	5·4	32·95	26·03	91·1
42	9	33·55	44	88·5
		Station **Da 20** Feb. 2 12^{45} a. m.		
0	1·9	24·18	19·35	98·4
5	8	18	36	2
10	2·0	78	83	2
15	4	25·77	20·60	97·4
20	5	26·17	91	7
22·5	4	17	90	2
25	6·1	33·19	26·14	85·2
27	5·7	32·34	25·51	86·8
		Station **Da 21** Feb. 2 6^{05} a. m		
0	2·0	24·36	19·50	97·9
5	1·9	40	53	98·5
10	9	40	53	2
15	2·0	45	57	97·9
17·5	3·0	26·55	21·18	96·0
20	4·8	30·90	24·47	86·0
30	5·1	31·36	81	94·3

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
		Februar 1906		
		Station **Da 23** Feb. 2 11^{45} a. m.		
0	2·1	24·00	19·20	97·8
5	1	00	20	7
10	1	05	24	8
15	3	31	44	96·9
17·5	3·0	26·08	20·81	93·4
20	7	27·85	22·15	89·1
22·5	4·2	29·02	23·04	86·6
25	9	30·61	24·23	83·9
30	5·0	86	42	8
40	1	90	44	1
50	1	31·06	57	1
55	2	09	59	2
		Station **Da 23** Feb. 1 10^{00} a. m.		
0	2·5	23·44	18·74	93·5
5	2	44	76	95·6
10	1	44	76	9
15	2	51	82	—
20	7	24·99	19·97	—
30	4·3	29·27	23·24	85·3
40	5·0	30·91	24·47	—
		Station **Da 26** Feb. 1 3^{30} p. m.		
0	2·0	18·75	15·03	97·6
5	1	21·08	16·09	88·5
10	1	46	17·17	94·6
15	1	82	46	80·9
20	2	22·21	78	86·4
30	5	23·59	18·86	90·7
40	8	24·74	19·75	82·2
50	3·0	25·37	20·25	—
54	05	57	41	90·6
		Station **Da 29** Feb. 2 9^{30} a. m.		
0	2·3	—	—	—
5	2	21·33	17·07	97·0
10	2	51	22	94·6
15	2	67	35	96·7
20	3	22·09	67	4
30	45	23·12	18·49	93·6
35	6	53	80	94·9
		Station **Da 31** Feb. 2 12^{30} p. m.		
0	2·4	21·35	17·08	93·8
5	3	35	09	91·5
10	3	37	09	94·2
15	3	37	09	96·6
20	3	37	09	3
30	3	35	09	—

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
Maj 1906				
Station **Da 4** Maj 2 9^{08} a. m.				
0	5·85	31·73	25·01	102·7
5	48	73	05	—
10	42	78	10	—
15	19	32·81	94	—
20	03	34·00	26·90	102·4
30	4·88	38	27·22	101·0
40	5·00	56	35	—
50	53	74	43	94·4
75	6·02	35·05	61	92·6
100	5·67	07	67	93·4
150	60	10	71	—
170	62	10	71	92·6
Station **Da 7** Maj 1 4^{15} p. m.				
0	6·60	24·45	19·20	—
5	5·35	32·07	25·34	101·5
10	38	63	78	—
15	94	34·00	26·79	98·8
20	90	02	81	102·4
30	82	—	—	—
40	58	34·25	27·03	101·4
50	41	40	17	100·0
80	23	49	26	97·4
Station **Da 9** Maj 1 12^{20} p. m.				
0	6·50	20·16	15·85	—
5	04	61	16·25	100·5
10	04	86	45	98·5
15	5·93	21·09	64	—
20	4·29	30·30	24·05	106·1
30	5·42	33·48	26·44	102·6
40	56	82	70	100·7
50	61	98	82	99·4
70	57	34·74	27·42	91·1
Station **Da 10** Maj 1 9^{52} a. m.				
0	6·30	17·68	13·92	98·9
5	02	68	95	—
10	00	77	14·03	99·3
15	4·35	23·80	18·90	105·1
20	5·22	32·68	25·84	103·7
30	72	33·77	26·63	100·7
40	50	98	83	99·0
50	40	34·22	27·02	91·5
75	23	60	35	87·7
90	17	74	47	9

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
Maj 1906				
Station **Da 10** Maj 1 3^{50} a. m.				
0	6·5	17·03	13·40	97·5
5	3	16	51	7
10	5·8	18·04	14·25	98·6
15	4·2	24·13	19·17	99·5
20	5·0	32·74	25·90	104·7
25	4	33·84	26·73	—
30	4	34·11	94	98·4
40	1	25	27·09	95·4
50	2	54	31	90·8
64	6	81	48	86·5
Station **Da 12** Maj 1 5^{22} a. m.				
0	6·20	20·01	15·76	100·4
5	40	01	74	4
10	4·98	27·18	21·51	104·0
15	5·20	34·00	26·88	—
20	4·90	18	27·06	95·2
30	80	36	21	86·1
40	50	36	24	83·7
Station **Da 15** Maj 1 8^{40} a. m.				
0	6·3	16·31	12·85	98·6
5	3	49	99	—
10	3·9	29·49	23·45	99·9
15	4·6	32·30	25·60	97·9
20	5·0	33·95	26·86	101·0
30	0	34·42	27·23	97·7
40	0	27	12	94·5
50	05	63	40	88·1
70	5	88	54	85·9
Station **Da 18** Maj 1 6^{10} p. m.				
0	6·5	15·61	12·28	98·2
5	5	68	34	97·2
10	2	16·08	67	94·8
12·5	05	17·02	13·43	—
15	3·4	31·67	25·22	101·7
20	4·7	33·68	26·68	99·7
30	55	34·09	27·02	93·3
40	7	22	10	94·4
50	75	09	00	5
Station **Da 20** Maj 1 11^{00} p. m.				
0	6·4	16·47	12·97	99·0
5	4	51	13·00	96·1
10	3	64	10	95·8
12	2	69	15	—
13·5	5·1	18·62	14·76	—
15	4·0	22·56	17·95	109·9
20	3·1	31·18	24·85	95·1
26	7	33·33	26·50	84·1

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
Maj 1906				
Station **Da 21** Maj 2 2^{40} a. m.				
0	6·5	16·71	13·14	95·2
5	5	—	—	—
10	5·6	16·94	13·41	100·0
12·5	5	17·09	52	—
13·5	4	09	53	—
14·5	3·7	25·08	19·97	—
15	2	44	20·30	96·9
20	6	31·83	25·34	83·9
30	6	32·72	26·04	9
40	55	72	04	81·5
Station **Da 23** Maj 2 8^{20} a. m.				
0	6·9	11·26	8·84	96·1
5	5	31	90	98·8
10	6	12·07	9·49	90·7
12·5	5·95	14·69	11·60	—
15	3·9	28·82	22·91	84·2
20	5	31·22	24·85	82·0
30	5	22	85	83·2
40	5	47	25·05	0
50	55	47	05	0
Station **Da 26** Maj 1 1^{25} p. m.				
0	6·75	10·21	8·02	99·0
5	38	46	25	0
10	18	11·22	86	95·4
12·5	5·00	16·58	13·17	—
15	4·18	20·35	16·20	95·0
17·5	3·60	22·74	18·11	—
20	58	25·28	20·14	89·7
30	45	29·47	23·46	82·1
40	45	30·07	93	80·7
50	45	17	24·02	8
59	45	17	02	2
Station **Da 29** Maj 1 5^{08} p. m.				
0	6·9	9·47	7·44	100·1
5	80	52	48	3
10	55	10·32	8·12	3
12·5	5·75	15·01	11·87	—
15	3·85	20·63	16·43	93·1
17·5	61	22·99	18·32	88·8
25	40	27·39	21·83	84·5
34	38	79	22·15	4
Station **Da 32** Maj 1 10^{55} p. m.				
0	6·60	10·10	7·96	99·0
5	60	12	97	0
7·5	70	12	96	—

Tiefe Meter	Tempe-ratur	Salz-gehalt	σ_t	Sauer-stoff
		Maj 1906		
10	4·85	13·75	10·94	102·0
12·5	18	15·12	12·06	—
15	3·40	17·32	13·83	94·2
20	30	94	14·33	5
27	30	18·48	75	0
		August 1906		
		Station **Da 15** Aug. 1 8^{00} a. m.		
0	19·5	21·82	14·90	101·7
2·5	16·5	26·96	19·50	—
5	15·9	27·03	69	102·7
10	14·7	29·56	21·87	97·6
15	0	30·75	22·94	95·7
20	13·4	31·35	23·50	97·2
25	12·7	69	91	97·7
30	11·5	32·27	24·59	92 0
40	8·0	33·42	26·06	91·7
50	7·3	71	39	84·7
65	0	73	44	88·2
		Station **Da 18** Aug. 1 4^{00} p. m.		
0	20·6	18·42	12·08	96·7
5	17·9	19	52	98·3
10	7	69	96	2
15	14·8	26·92	19·84	92·6
20	3	29·51	21·61	91·3
30	11·8	31·60	24·02	92·4
40	7·8	33·22	25·94	89·2
45	8	22	94	88·0
		Station **Da 20** Aug. 1 9^{00} p. m.		
0	19·7	11·64	7·16	100·8
5	0	18·04	12·17	97·6
10	17·0	31	81	96·6
15	15 6	20·39	14·68	91·0
20	14·4	26·76	19·79	90·5
30	9·6	31·94	24·64	3
		Station **Da 21** Aug. 2 12^{30} a. m.		
0	18·2	15·72	10·59	102·5
5	17·6	16·67	11·43	105·6
10	16·2	19·18	13·64	91·4
15	11·3	27·47	20·90	98·4
20	8·5	31·74	24·66	96·5
30	1	32·10	25 00	95·4
35	0	16	07	92·5

Tiefe Meter	Tempe-ratur	Salz-gehalt	σ_t	Sauer-stoff
		August 1906		
		Station **Da 23** Aug. 2 8^{00} a. m.		
0	18·5	12·25	7·89	103·4
5	1	13·15	8·66	7
10	17·1	14·56	9·93	101·0
15	13·8	21·27	15·70	100·2
20	8·9	30·39	23·55	94·1
30	7·9	31·69	24·71	93·0
40	5	32·27	25·23	91·6
50	5	32	26	7
		Station **Da 23** Juli 31 9^{45} p. m.		
0	18·0	12·99	8·57	105·3
5	1	13·35	83	—
10	16·4	15·50	10·79	104·3
15	13·6	21·58	15·98	—
20	9.2	30·19	23·36	98·2
25	8·1	31·71	24·69	—
30	7·9	91	89	—
40	6	32·20	25·15	96·0
50	6	29	23	—
55	5	29	24	96·9
		Station **Da 26** Aug. 1 4^{22} a. m.		
0	18·2	11·26	7·20	101·8
5	17·95	42	37	—
10	21	12·18	8·10	—
15	12·75	22·34	16·70	—
20	8·30	31·29	24·34	95·2
25	8·00	46	51	—
30	7·95	—	—	—
50	90	31·49	24·55	95·7
54	82	38	48	96·0
		Station **Da 29** Aug. 1 8^{50} a. m.		
0	19·50	10·43	6·29	104·3
5	18·90	88	76	—
10	58	11·08	98	—
15	15·98	14·54	10·14	97·8
20	10·10	27·39	21·04	94·0
25	8·57	30·03	23·31	93·9
30	37	41	64	1
35	19	30	58	2
		Station **Da 32** Aug. 1 2^{45} p. m.		
0	18·95	11·22	7·01	103·4
5	15·65	12·61	8·73	—
10	59	14·52	10·20	—
15	14·59	15·70	11·28	—
20	13·30	19·61	14·51	94·6
25	10·59	24·94	19·06	—
30	9·57	26·18	20·17	—
36	25	27·94	21·59	85·4

Tiefe Meter	Tempe-ratur	Salz-gehalt	σ_t	Sauer-stoff
		November 1906		
		Station **Da 7** Nov. 1 4^{00} p. m.		
0	9·3	24·11	18·57	96·8
15	10·00	26·26	20·17	95·8
20	10	27·66	21·24	96·2
30	11·09	32·61	24·92	97·3
40	41	33·01	25·17	8
50	75	51	50	96·9
80	50	34·40	26·23	87·1
		Station **Da 9** Nov. 1 2^{30} p. m.		
0	9·60	22·74	17·50	99·0
5	50	77	54	98·0
10	90	24·76	19·02	96·3
20	10·10	27·05	20·77	4
24·5	48	—	—	—
30	11·20	32·48	24·80	97·1
40	30	81	25·04	96·8
50	50	99	14	3
75	85	33·35	36	95·0
99	22	34·02	26·00	88·5
		Station **Da 10** Nov. 3 4^{00} p. m.		
0	9·0	22·12	17·10	92·6
5	1	12	09	93·6
10	2	20	13	96·8
15	4	38	24	0
20	10·0	26·55	20·39	95·5
30	11·5	32·14	24·48	94·7
40	8	33·73	25·66	93·1
50	7·5	35·01	27·38	79·2
75	4	34·97	36	78·5
80	4	35·05	41	4
		Station **Da 10** Nov. 1 1^{00} p. m.		
0	9·20	21·31	16·44	98·9
5	10	31	46	97·0
10	10	35	49	4
15	50	22·92	17·65	95·9
20	70	24·43	18·80	97·2
30	10·87	30·84	23·59	95·9
40	11·52	33·10	25·22	94·8
50	40	75	75	88·3
66	10·95	34·07	26·08	86·8
80	50	27	31	83·9
		Station **Da 12** Nov. 1 8^{00} a. m.		
0	9·20	24·88	19·22	96·8
5	50	26·13	20·14	3
10	50	33	30	94·8

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
November 1906				
15	10·70	29·69	22·72	94·3
17	80	—	—	—
20	11·80	33·24	25·29	91·9
30	80	24	29	92·4
Station **Da 15** Nov. 3 11^{55} a. m.				
0	8·8	19·89	15·38	98·2
5	9	20·30	70	97·5
10	9·3	22·01	16·97	94·4
15	11·1	32·52	24·85	3
20	3	84	25·07	95·2
30	6	33·13	23	93·5
40	7	24	30	92·2
50	3	77	78	89·7
75	3	34·00	96	90·1
98	9·7	38	26·54	79·1
120	7	40	55	78·0
Station **Da 18** Nov. 3 7^{00} a. m.				
0	9·0	20·93	16·17	96·6
5	4	93	12	99·0
7·5	5	23·10	17·79	—
10	11·4	32·09	24·46	90·4
15	6	50	74	91·3
20	7	33·15	25·23	90·0
30	7	31	36	89·6
40	6	42	46	3
Station **Da 21** Nov. 2 10^{00} p. m.				
0	9·5	15·86	12·18	—
5	0	19·45	15·02	—
10	4	22·38	17·24	90·5
15	10·6	31·83	24·41	75·0
20	1	33·19	25·54	76·1
30	0	12	51	74·3
40	0	31	66	3
Station **Da 26** Nov. 2 5^{15} p. m.				
0	9·5	13·19	10·10	95·9
5	40	21	12	91·4
10	36	51	37	92·3
15	10·48	23·03	17·60	78·0
20	80	30·53	23·36	68·4
25	78	90	65	—
30	71	31·20	89	—
40	70	42	24·06	67·3
50	70	42	06	—
60	70	42	06	—

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
November 1906				
Station **Da 29** Nov. 3 9^{35} a. m.				
0	9·4	11·00	8·41	96·8
5	35	00	41	1
10	50	60	85	95·9
15	74	12·79	9·76	94·1
18	10·20	18·33	13·99	—
20	90	26·36	20·12	70·3
25	11·05	30·03	22·92	64·7
30	08	35	23·18	65·4
35	10	17	03	4
Station **Da 31** Nov. 3 1^{20} p. m.[1])				
0	9·5	11·64	8·88	97·2
5	5	73	96	96·2
10	52	98	9·15	9
15	60	12·56	59	95·9
20	80	14·36	10·97	3
23	85	15·16	11·58	—
25	10·28	17·76	13·54	—
30	48	18·80	14·32	67·8
Februar 1907				
Station **Da 4** Feb. 1 8^{00} a. m.				
0	3·1	—	—	—
5	4·0	33·28	26·44	—
10	0	60	70	87·8
15	0	60	70	96.6
20	0	60	70	82·7
30	25	—	—	—
40	5·9	—	—	—
50	6·1	—	—	—
75	3	34.65	27·25	97·8
100	5	—	—	—
150	65	34·69	27·24	91·5
182	7	—	—	—
Station **Da 9** Feb. 1 3^{45} p. m.				
0	−0·2	—	—	—
5	1·0	29·23	23·45	—
10	3·5	33·22	26·45	97·0
15	6	19	41	92·8
20	75	19	39	94·0
25	7	—	—	—
30	55	33·53	26·68	—
40	55	—	—	—
50	65	33·40	26·57	97·7
75	7	40	57	85·6
89	7	—	—	—

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
Maj 1907				
Station **Da 4** Maj 1 1^{33} p. m.				
0	6·3	25·95	20·42	91·5
5	15	93	41	90·3
10	5·65	29·04	22·92	100·0
15	2	33·08	26·16	105·4
20	1	34·23	27·08	102·7
25	0	49	29	82·2
30	1	61	39	99·6
40	35	85	53	93·3
50	25	90	59	88·4
75	2	92	61	97·4
100	25	90	59	86·0
175	45	99	64	2
190	5	99	63	84·3
Station **Da 7** Maj 2 5^{56} a. m.				
0	6·2	31·11	24·49	—
5	2	09	46	—
10	—	32·88	—	—
15	5·6	33·82	26·70	—
20	3	34·13	96	100·9
25	3	33	27·12	—
30	1	42	22	—
40	0	51	31	91·4
50	4·95	51	32	84·7
75	9	67	44	92·1
Station **Da 10** Maj 1 4^{00} a. m.				
0	6·1	30·16	23·75	100·8
5	1	23	80	102·7
10	15	21	78	3
15	5·6	33·30	26·27	107·8
20	6	73	62	103·3
30	65	34·05	86	98·3
40	45	13	95	102 0
50	4	33	27·11	100·9
78	2	76	48	106·0
Station **Da 15** Maj 1 8^{20} a. m.				
0	6·5	23·50	18·46	100·3
5	5·9	26·38	20·80	101 0
10	5	80	21·17	102·2
15	4·45	32·74	25·96	110·6
20	5·6	34·20	26·99	—
30	5	40	27·16	102·1
40	05	47	27	98·2
50	0	69	44	93·3
75	0	90	62	88·2

[1]) Diese Station ist in der graphischen Darstellung Taf. III wegen Platzmangels nicht mitgenommen.

Tiefe Meter	Temperatur	Salzgehalt	σ_t	Sauerstoff
		Maj 1907		
		Station **Da 18** Maj 1 5^{30} p. m.		
0	6·3	21·37	16·81	83·0
5	5·9	24·24	19·11	101·5
10	0	26·71	21·14	104·0
15	3·2	32·16	25·63	—
20	7	33·48	26·63	90·7
30	8	93	97	88·4
43	9	34·09	27·09	89·3
		Station **Da 20** Maj 1 9^{55} p. m.		
0	6·1	16·94	13·37	99·1
5	25	94	36	97·7
10	5·7	19·34	15·28	99·2
15	55	21·46	16·95	2
20	3·1	31·06	24·75	—
27	3	32·90	26·20	85·4
		Station **Da 21** Maj 2 2^{05} a. m.		
0	6·0	16·00	12·63	98·7
5	0	29	86	99·1
10	0	17·48	13·80	98·7
15	4·1	30·10	23·91	91·0
20	3·65	32·29	25·68	85·8
30	3.6	32·32	25·72	—
37	6	34	73	85·3
		Station **Da 23** Maj 2 7^{07} a. m.		
0	5·8	17·66	13·96	99·2
5	8	74	14·02	4
10	8	90	14	2
15	3	19·78	15·66	98·3
20	3·7	29·61	23·56	90·3
30	65	31·56	25·11	84·7
39	65	67	20	8

Die Grösse des relativen Sauerstoffgehalts an verschiedenen Orten und zu verschiedenen Zeiten.

Die Tafeln I, II, III, IV und V enthalten übersichtshalber eine graphische Darstellung des Beobachtungsmaterials. Die 4 ersteren dieser Tafeln gelten für die Zeitpunkte bezw. 1. Febr., 1. Mai, 1. Aug. und 1. Nov. Für jede Station ist als Abscisse die Tiefe abgesetzt; als Ordinate der ausgezeichneten Kurve ist σ_t (Massstab links) und als Ordinate der punktierten Kurve die Sauerstoffmenge in % (Massstab rechts) abgesetzt. Für jede einzelne Station ist in der Tafel der betreffende Zeitpunkt, zu dem sie genommen wurde, angegeben. Die Kurven dieser Tafeln sind durch die abgesetzten Punkte ohne graphische Ausgleichung gezeichnet. Tafel V enthält Schnitte aus der Tiefen Rinne für die zu den verschiedenen Jahreszeiten ungefähr gleichzeitigen Beobachtungsreihen. Punkte mit der gleichen relativen Sauerstoffmenge sind durch Kurven verbunden; hier hat aber im Gegensatz zu den 4 ersteren Tafeln eine bedeutende graphische Ausgleichung stattgefunden, da es sich stets gezeigt hat, dass einzelne Beobachtungen in dem Grade vom Normalen abwichen, dass man annehmen muss, dass besondere Verhältnisse einen lokalen Einfluss ausgeübt haben. Bei der Zeichnung der Kurven wurde darauf abgesehen, die Verteilung in ihren Hauptzügen mit Elimination der unwesentlichen Verschiedenheiten zu veranschaulichen.

Aus den Taf. V für die Oberfläche angegebenen Sauerstoffmengen ersieht man, dass sie durchgehends ungefähr 100 % ausmachen, d. h. dass die Oberfläche gerade mit Sauerstoff gesättigt ist. Ein kleiner Unterschied macht sich jedoch in den verschiedenen Jahreszeiten geltend. Bildet man aus den gefundenen relativen Sauerstoffmengen der Oberfläche bezw. im Februar, Mai, August und November mittlere Zahlen, so erhält man die Zahlen 97·1 %, 99·5 %, 100·1 % und 96·6 %, also die grösste Untersättigung im November und nahezu Sättigung im August.

Während der relative Sauerstoffgehalt der Oberfläche nur in geringem Grad von der Jahreszeit abhängt, ist der Sauerstoffgehalt der Tiefe in hohem Grade davon abhängig. Allen Jahreszeiten gemeinsam ist es jedoch, dass die Sauerstoffmenge des Bodenwassers geringer ist, als die des Oberflächenwassers, aber die Grösse dieses Unterschiedes ist sehr verschieden zu den verschiedenen Jahreszeiten; am ge-

ringsten im Februar, selten mehr als 10 %, und mitunter kann das Wasser in diesem Monat, was Sauerstoffgehalt betrifft, ungefähr homogen sein. Für Mai und August ergibt sich aus Taf. V, dass sich von ein wenig unter der Oberfläche bis in eine Tiefe von 10—20 m mitunter eine Schicht erstreckt (das Schraffierte), deren Sauerstoffgehalt über 100 %, ja an einzelnen Orten (zweifach schraffiert) gar über 110 % ausmacht.

Auch aus den Tafeln II und III kann man sehen, dass der Sauerstoffgehalt in einer intermediären Tiefe oft 100 % übertrifft, und dem Verlauf der in der Tafel gezeichneten Kurve von σ_t kann man entnehmen, dass die Tiefe, in der die Übersättigung stattfindet, im allgemeinen dieselbe ist wie die Tiefe, in der σ_t am stärksten schwankt, also der Ort, wo man die Grenze zwischen Ober- und Unterschicht ansetzen muss.

Die geographische Verbreitung dieser Wasserschicht mit Sauerstoffübersättigung ist namentlich im Mai am grössten im nördlichen Teil des Kattegat, wie aus Taf. V hervorgeht. Man wird bemerken, dass hier ungefähr bei Station Da 7—Da 9 (vor Marstrand-Vinga) die Schicht mit Sauerstoffübersättigung sich gewöhnlich besonders tief erstreckt, und ein ähnliches Verhältnis offenbart die 90 %-Kurve, die etwas tiefer liegt; dasselbe gilt von der 90 %-Kurve im November, wo sich im allgemeinen in keiner intermediären Schicht Übersättigung findet.

Ferner zeigt Taf. V, dass im Mai und August die Untersättigung am Boden bedeutend grösser ist als im Februar, mit Ausnahme der Orte, wo die erwähnte Schicht mit Sauerstoffübersättigung dem Boden nahe liegt, wo also die Tiefe keine besonders grosse ist. Eine viel stärkere Untersättigung findet man indessen im November, namentlich im südlichen Kattegat; hier kann der Sauerstoffgehalt sogar bis auf ca. 50 % von dem zur Sättigung mit Sauerstoff Erforderlichen sinken; etwas ähnliches gilt von der Tiefen Rinne im Grossen Belt.

Einfluss von Erwärmung, Abkühlung, Vermischung m. m. auf den Sättigungsgrad des Meereswassers mit Sauerstoff.

a. Oberfläche.

Wir sahen, dass die Messungen eine wenn auch nur kleine Untersättigung mit Sauerstoff an der Oberfläche ergaben. Man muss sich indessen erinnern, dass die vom Meereswasser absorbierte Gasmenge vom Partialdruck des betreffenden Gases abhängt, und dass dieser Druck zu verschiedenen Zeiten verschieden sein kann, während die Berechnung der Sauerstoffmengen, die Meereswasser von gewisser Temperatur und gewissem Salzgehalt sättigen können, auf der Voraussetzung beruht, der Partialdruck des Sauerstoffs sei $k \times 760$ mm Quecksilberdruck, wo k die prozentuale Sauerstoffmenge nach Volumen in der Atmosphäre bezeichnet, wenn diese von Wasserdampf und Kohlensäure befreit ist. Bei einem etwaigen Barometerstand B, einem Wasserdampfdruck an der Oberfläche des Wassers e und einem Kohlensäurepartialdruck t ist, unter der Annahme, der Sauerstoff betrage volumetrisch einen konstanten Bruchteil der von Wasserdampf und Kohlensäure befreiten atmosphärischen Luft, der tatsächliche Partialdruck des Sauerstoffs k $(B\text{-}e\text{-}t)$. Die tatsächliche Sauerstoffmenge in Wasser, das bei der jeweiligen Temperatur, dem jeweiligen Salzgehalt und Barometerstand mit Sauerstoff gesättigt ist, wäre somit $\frac{B\text{-}e\text{-}t}{760} \cdot 100$ %, indem wir die Sauerstoffmenge im Verhältnis zu der Menge Sauerstoff rechnen, die im Wasser vorhanden sein müsste, wenn es bei der jeweiligen Temperatur und dem jeweiligen Salzgehalt und dem Druck von 760 mm von trockener kohlensäurefreier Luft mit Sauerstoff gesättigt wäre. Da der Partialdruck der Kohlensäure nur 0·03 % des gesamten Luftdrucks beträgt, können wir davon absehen.

Um einen allgemeinen Ausdruck zu finden für den Sättigungszustand an der Oberfläche des ganzen Gebietes, in dem Beobachtungen angestellt wurden, sind aus den an den verschiedenen Orten gefundenen Sättigungsgraden mittlere Zahlen gebildet worden. Sie sind zu den verschiedenen Zeiten in der untersten Reihe von Tab. 1 als „Beobachtete Sauerstoffmenge“ aufgeführt.

Zur Bestimmung des obigen Verhältnisses $\frac{B\text{-}e}{760} \cdot 100$ für das nämliche Gebiet und dieselbe Zeit, wie die der Sauerstoffbeobachtungen, wurden die vom Dänischen Meteorologischen Institut angestellten Abend- und Morgenbarometerbeobachtungen bei Skagen und København benutzt[1]). Aus diesen 4 Beobachtungen wurden mittlere Zahlen gebildet; benutzt wurden ferner zur Bestimmung des Druckes der gesättigten Dämpfe die vom Meteorologischen Institut beobachteten Luft- und Wassertemperaturen bei den Leuchtschiffen „Skagens Rev“ und „Schultz' Grund“[2]).

Das in dieser Weise gefundene Verhältnis $\frac{B\text{-}e}{760} \cdot 100$ für dieselben Tage, wie die der Sauerstoffmengenbeobachtungen, findet sich in der zweitletzten Zeile von Tab. 1 „0 Tage vor der Beobachtung“.

Tab. 1.

Tage (d. h. max. 24 Stunden) vor der Beobachtung	Februar 1905	Februar 1906	Mai 1905	Mai 1906	Mai 1907	August 1904	August 1905	August 1906	November 1904	November 1905	November 1906
9	104·5	102·5	103·0	100·5	101·5	101·0	97·0	105 5	98·0	101·0	97·0
8	99·0	101·0	102·5	100·5	101·5	101·0	96·0	105·5	97·0	100·5	97·0
7	98·0	98·0	101·5	101·0	100 0	100·0	96·5	106·0	96·0	101·5	98·0
6	101·5	99·0	101·0	100·5	100·5	99·5	98·0	106·0	97·5	102·5	97·5
5	104·5	99·0	101·0	100·0	100·0	98·0	98·0	104·5	98·5	100·5	98·0
4	101·0	98·0	101·0	99·0	100·0	98·0	98·0	103·5	99·5	99·0	97·0
3	99·5	99·0	99·5	98·0	99·0	99·0	98·0	101·0	100·5	98·5	96·0
2	97·5	99·0	99·5	98·5	99·0	99·5	97·0	100·0	100·0	99·0	98·0
1	96·5	100·5	98·5	98·5	98·5	98·0	97·5	99·0	99·5	97·5	98·5
0	98·0	99·0	98·5	98·0	98·0	98·5	98·5	98·5	100·0	98·0	98·5
Beobachtete Sauerstoffmenge	97·3	97·1	101·8	98·7	96·1	101·0	98·0	102·2	97·1	96·0	96·9

Dieses Verhältnis wird aber nicht ganz mit den beobachteten Sauerstoffmengen übereinstimmen, da der Prozess, durch den der Sauerstoff absorbiert und unter anderen Verhältnissen wieder abgegeben wird, wahrscheinlich so viel Zeit erfordert, dass auch der Zustand vor dem Zeitpunkt der Beobachtung eine Rolle spielt. Um auch dieses Verhältnis in Betracht zu ziehen, muss man teils den Druck, d. h. $B\text{-}e$, an den vorhergehenden Tagen, teils die etwaige inzwischen eingetretene Abkühlung oder Erwärmung des Wassers berücksichtigen. $B\text{-}e$ lässt sich leicht für das Gebiet bestimmen in derselben Weise wie für den Beobachtungstag selbst, aber betreffs der Temperatur des Wassers entsteht die Schwierigkeit, dass man ja nicht von Tag zu Tag bei dem nämlichen Leuchtschiff mit demselben Wasser zu tun hat. Indessen ergibt es sich durch einen Vergleich der bei „Skagens Rev“ und „Schultz' Grund“ beobachteten Temperaturen des Oberflächenwassers, dass sie der Hauptsache nach übereinstimmen. Mittels dieser Beobachtungen von den beiden Leuchtschiffen wurde deshalb der Rest obiger Tab. 1 berechnet. Die angeführten Ziffern bezeichnen Sauerstoffmengen in %, alle im Verhältnis zu der Sauerstoffmenge, die am Beobachtungstage bei der vorhandenen Temperatur und dem vorhandenen Salzgehalt und dem Druck von 760 mm der trockenen Atmosphäre im Wasser bei Sättigung vorhanden sein könnte. Ferner sind die angeführten Sauerstoffmengen so zu verstehen, dass z. B. die Zahlen der Zeile „4 Tage vor der Beobachtung“ die Sauerstoffmenge bezeichnen, die am Beobachtungstage selbst vorhanden sein müsste, falls das Wasser am 4. Tage

[1]) Bull. météorologique du Nord.
[2]) Nautisk meteorologisk Aarbog.

vor der Beobachtung bei der damaligen Temperatur, dem damaligen Salzgehalt und Wert von *B-e* gerade mit Sauerstoff gesättigt wäre und bis zum Beobachtungstage kein Sauerstoff vom Wasser absorbiert, noch abgegeben wäre.

Aus Tab. 1 „August 1906" sehen wir, dass nach dem Zustand am Beobachtungstage selbst und an den zwei letzten Tagen zuvor an der Oberfläche ein Sauerstoffgehalt von ca. 99 % zu erwarten wäre, während man, falls der Zustand in der Zeit 4—9 Tage vor der Beobachtung für den Sauerstoffgehalt massgebend wäre, am Beobachtungstage ca. 105 % zu erwarten hätte; tatsächlich finden wir ungefähr die Mitte davon, nämlich 102·2 %. Ähnliches zeigt sich auch für „Mai 1905", wie auch der Umstand, dass „August 1904" einen grösseren Sauerstoffgehalt aufweist als „August 1905" darauf deutet, dass der Zustand vor dem Beobachtungstage von Bedeutung ist. Für die Monate Februar und November spielt die Erscheinung keine so hervortretende Rolle, was sich natürlich daraus erklären lässt, dass sich die Vermischung der oberen Wasserschichten in diesen Jahreszeiten weiter abwärts erstreckt, so dass die kleinen Schwankungen, die für die verhältnismässig schnellen Drücke und Temperaturveränderungen eintreten können, keine Rolle spielen. Da die Vermischung natürlich auch im Mai und August eine Rolle spielt und man nicht wissen kann, wie gross diese ist, und da endlich, wie wir im Folgenden sehen werden, die atmosphärische Luft nicht die einzige Quelle des Sauerstoffs im Wasser ist, wird es kaum möglich sein, aus den Ziffern der Tab. 1 quantitativ einen zuverlässigen Schluss zu ziehen, wenn auch die hier gegebene Erklärung in der Hauptsache als richtig zu betrachten ist.

Will man die Zeit schätzen, welche die Ausgleichung einer gewissen Übersättigung an der Oberfläche erfordert, so eignet sich dazu am besten der erwähnte August 1906. Eine einfache Rechnung ergibt, dass eine gewisse Übersättigung im Laufe von 24 Stunden bis auf $^5/_6$ ihres Wertes gesunken sein wird, d. h. dass sie im Laufe von 4 Tagen bis auf die Hälfte schwinden wird.

b. Die intermediären Schichten.

Während man nach dem Vorhergehenden annehmen kann, dass Oberflächenwasser stets gerade die Menge Sauerstoff enthält, die zu dessen Sättigung bis auf ein paar %, sei es nun Übersättigung oder Untersättigung, erforderlich ist, so zeigt es sich, wie erwähnt, dass tiefere Schichten im Mai und August eine bedeutende Übersättigung aufweisen können (Taf. V). Die relative Sauerstoffmenge steigt an einigen Orten bis auf 120 %, ist aber doch gewöhnlich kleiner als 110 %. Aus Taf. III und IV sieht man, dass eine etwaige Übersättigung gewöhnlich in der Tiefe liegt, wo σ_t am stärksten schwankt.

Um uns nun zu erklären, wie diese Übersättigung zustande gekommen ist, wollen wir davon ausgehen, dass die Wassermassen, in denen sie sich findet, sich selbst an der Oberfläche befunden haben oder aus Wassermassen zusammengesetzt sind, die sich jede für sich an der Oberfläche befunden haben, und zwar in einem mit Sauerstoff gesättigten Zustande. Nachdem die verschiedenen Wassermassen die Oberfläche verlassen haben und von einer direkten Verbindung mit ihr ausgeschlossen worden sind und den gerade zu ihrer Sättigung notwendigen Sauerstoff enthalten, kann aus ihnen möchlicherweise eine Wassermasse mit einem Überschuss von Sauerstoff entstehen:

1) indem sich zwei gerade mit Sauerstoff gesättigte Wassermassen vermischen,
2) indem sich die Temperatur einer Wassermasse ändert, was geschehen könnte
   a) durch Leitung und Strahlung von einer Schicht zu einer anderen
   b) durch Strahlung von der Sonne,
3) indem sich der Salzgehalt ohne Vermischung ändert (Diffusion),
4) indem die Wasserschicht selbst eine Sauerstoffquelle enthält (vegetabilisches Plankton).

Um einen Begriff zu bekommen von der Übersättigung, die entstehen kann, wenn sich zwei an Temperatur und Salzgehalt verschiedene Wassermassen vermischen, wollen wir zwei gleich grosse Wasser-

massen betrachten, die entweder beide eine Temperatur von 5° oder 15° haben, oder von denen die eine eine Temperatur von 5°, die andere eine von 15° hat, und die entweder beide 10 ‰ oder beide 20 ‰ Chlor enthalten oder die eine 10 ‰ und die andere 20 ‰. Es entstehen die unten angeführten Kombinationen.

Die dritte Zeile gibt die Menge Sauerstoff an in ccm, die sich in 1 Liter der Wasserprobe finden müsste, falls beide Komposanten gesättigt wären.

Die Ziffern der vierten Zeile bezeichnen, wie viele ccm Sauerstoff notwendig sind, um 1 Liter des aus den betreffenden Komposanten gebildeten Gemisches zu sättigen. Zu bemerken ist, dass man mit einer hier genügenden Zuverlässigkeit annehmen darf, dass das Gemisch einen Salzgehalt und eine Temperatur erhält, welche die mittleren Zahlen des Salzgehalts und der Temperatur der beiden Komposanten ausmachen.

Aus den Tabellen sieht man, dass die Übersättigung bei den angeführten Beispielen, wo sie am grössten ist, nur wenig über 2 % ausmacht, und zwar ist dies der Fall, wenn das salzige Wasser das wärmere ist, was für die Erklärung der vorgefundenen Übersättigungen keine Bedeutung hat; man darf daher annehmen, dass die in dieser Weise entstandenen Übersättigungen nicht 1 % übertreffen.

Tab. 2.

Wasserprobe I Wasserprobe II	5° 10 ‰ 15° 10 ‰	5° 20 ‰ 15° 20 ‰	5° 10 ‰ 5° 20 ‰	15° 10 ‰ 15° 20 ‰	5° 10 ‰ 15° 20 ‰	5° 20 ‰ 15° 10 ‰
Entstandene Sauerstoffmenge	7·12	6·33	7·44	6·02	6·79	6·66
Zur Sättigung notwendige Sauerstoffmenge	7·02	6·25	7·44	6·02	6·64	6·64

Die Möglichkeit, dass die Übersättigung einer gewissen Wassermasse mit Sauerstoff dadurch entstehen könnte, dass die Wärme aus einer warmen Wasserschicht in eine kältere mit dieser in Berührung stehende Schicht hinübergeleitet würde, mag vielleicht beim ersten Anblick die natürlichste Erklärung der auftretenden Übersättigungen sein. In den Sommermonaten hat man ja in den dänischen Gewässern innerhalb Skagens einen ausgeprägt schroffen Übergang zwischen Ober- und Unterschicht, und da man annehmen darf, das hier die Bodenschicht bildende Wasser habe sich in einer kälteren Jahreszeit an der Oberfläche befunden, und dass es, als es die Oberfläche verliess, gerade mit Sauerstoff gesättigt war, so liegt auch die Annahme nahe, dass dieses kalte Wasser durch Leitung von der Oberschicht erwärmt worden ist, und dass die Übersättigung dadurch entstanden sein kann. Man kann ja gar so weit gehen, dass man sagt, dass eine Erwärmung und daraus folgende Übersättigung sattgefunden haben muss; es ist nur die Frage, ob diese Erwärmung quantitativ hinlänglich ist, um die vorgefundene Übersättigung zu erklären.

Für den Stickstoff ist bekanntlich diese Theorie von der Erwärmung oder Abkühlung einer Wasserschicht, nachdem sie die Oberfläche verlassen hat, bei der Bestimmung der sog. Absorptionstemperatur des Wassers benutzt worden, wie aber Martin Knudsen[1]) in einer Kritik über diese Theorie angeführt hat, ist es zweifelhaft, ob man berechtigt ist, aus einer Stickstoffübersättigung oder -untersättigung des Wassers in der Tiefe den Schluss zu ziehen, dieses Wasser sei, nachdem es die Oberfläche verlassen habe, erwärmt oder abgekühlt worden.

Um einen Begriff davon zu gewinnen, ob sich die vorgefundenen Sauerstoffübersättigungen durch eine Erwärmung einer von der Oberfläche gekommenen Wassermasse erklären lassen, wollen wir uns den ideellen Fall vorstellen, dass zwei Wasserschichten einer verschiedenen, aber in jeder Wasserschicht für sich durchaus gleichen Temperatur miteinander in Berührung stehen, und dass sich ihre Temperaturen durch Wärmeleitung den bekannten physikalischen Gesetzen gemäss verändern. Setzen wir den Wärmeleitungskoeffizienten des Meereswassers gleich dem des destillierten Wassers $k = 0{\cdot}0012$ cal., und sei

[1]) Publications de circonstance Nr. 4.

die anfängliche Temperatur der oberen Wasserschicht ϑ_1, die der unteren ϑ_2, so ist die Temperatur ϑ nach t Sekunden in einer Tiefe von x m unter der Grenzschicht:

$$\vartheta = \frac{\vartheta_1 + \vartheta_2}{2} + \frac{\vartheta_1 - \vartheta_2}{\sqrt{\pi}} \cdot \int_0^{\frac{x}{2\varkappa\sqrt{t}}} e^{-z^2} \cdot dz$$

wo $\varkappa^2 = \frac{k}{\rho \cdot c}$; ρ und c sind bezw. spezifisches Gewicht und spezifische Wärme des Wassers; setzen wir beide gleich 1, so wird $2\varkappa = 0{\cdot}07$. In untenstehender Fig. sind für einen Temperaturunterschied zwischen den Wasserschichten von 10° Kurven gezeichnet, welche die Verteilung der Temperaturen nach 1, 10, 100 und 200 Tagen darstellen. Die Tiefe ist als Ordinate abgesetzt mit 0-Punkt an der Grenzfläche; die Zahlen bedeuten Meter; als Abscisse ist die Temperatur abgesetzt; als 0-Punkt ist die mittlere Temperatur der beiden Wasserschichten gewählt. Anfänglich wird somit die Temperaturverteilung durch ein Stück der Abscissenachse und zwei senkrechte Linien dargestellt.

Man sieht, dass im Laufe der ersten 100 Tage eine verhältnismässig schnelle Erwärmung stattfindet; und am Ende dieser Zeit wird die Temperaturveränderung, wo sie am schnellsten ist, ca. 3° pr. Meter ausmachen; eine schnellere Temperaturveränderung der Tiefe nach kommt in der Wirklichkeit nur äusserst selten vor, da die beiden in der Weise übereinander liegenden Wasserschichten stets in der Grenzschicht ein wenig vermischt sind. Der Unterschied der Temperaturverteilung nach 200 Tagen und nach 100 Tagen wird daher den tatsächlichen Verhältnissen näher kommen. Falls man also mit einer der Kurve 100 entsprechenden Temperaturverteilung anfängt, wird im Laufe der nächsten 100 Tage eine 2—3 m dicke Wasserschicht ca. 1° erwärmt sein können. Die durch eine solche Erwärmung entstandene Übersättigung können wir zu 2—3% ansetzen. Diese Übersättigung ist, da in 10—20 m dicken Wasserschichten Übersättigungen von 5—10 % und darüber vorkommen, als eine geringe zu bezeichnen. Andererseits ist zu bemerken, dass die Schichten selten ruhig übereinander liegen, wie wir es uns hier vorgestellt haben, dass aber ihre gegenseitige Berührungsfläche möglicherweise grösser werden kann, indem sich an der Grenzfläche unterseeische

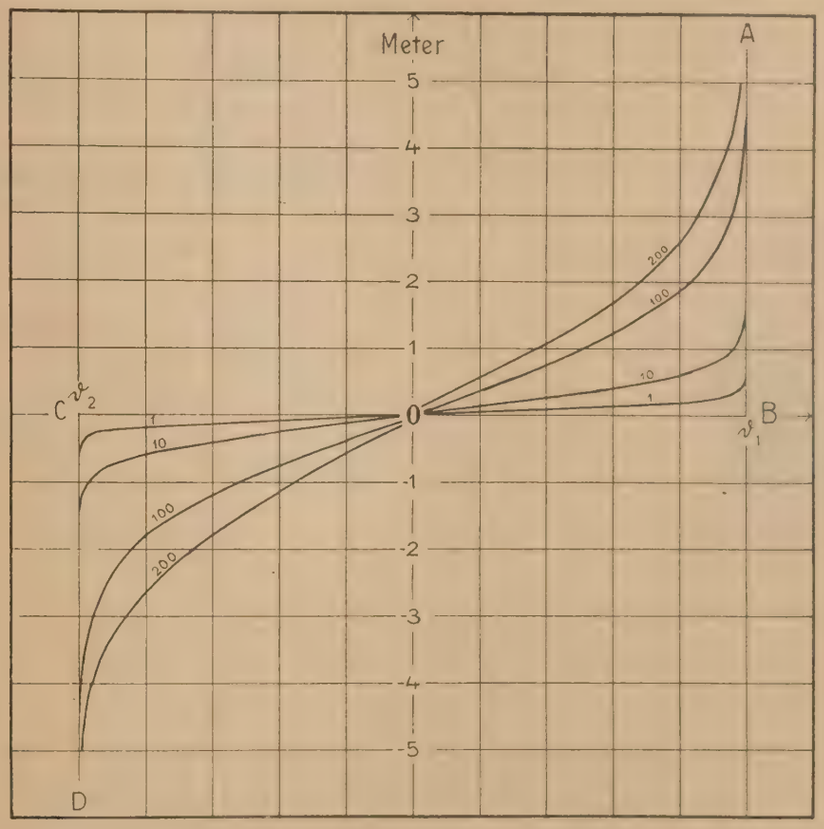


Fig. 1. Die Grenzfläche der Wasserschichten ist durch *BC* dargestellt; die Entfernung von der Grenzfläche ist als Ordinate und die Temperatur des Wassers als Abscisse abgesetzt. Wenn die Temperaturdifferenz der Wasserschichten im Anfang $\vartheta_1 - \vartheta_2 = 10°$ ist, repräsentiert 1 cm 1°. Zur Zeit 0 ist die Temperaturverteilung durch die Linien *ABCD* angegeben. Die Wärmeleitung bewirkt, dass die Temperaturverteilung nach 1×24 Stunden, 10×24 Stunden, 100×24 Stunden und 200×24 Stunden bezw. durch die mit 1, 10, 100 und 200 markierten Kurven ausgedrükt ist.

Wellen bilden, und dass die Wärmeleitung dadurch intensiver wird. Ferner wird eine Zirkulation der Wasserteile innerhalb der einzelnen Schichten, ohne eine dadurch hervorgerufene Vermischung der Schichten, sicherlich die Wärmeleitung in hohem Grade fördern können.

Wir müssen es somit als Ergebnis gegenwärtiger Untersuchung als wahrscheinlich betrachten, dass die Wärmeleitung bei der Entstehung der Sauerstoffübersättigung in der Tiefe nur eine geringe Rolle spielt, dass es aber doch möglich ist, kleinere Sauerstoffübersättigungen in der Weise zu erklären.

In Verbindung mit der Wärmeverteilung könnte angeführt werden die Diffusion teils des Salzes, teils des Sauerstoffs selbst. Was die Erzeugung einer Übersättigung betrifft, wird die Diffusion von Salz aus einer kalten und salzigen Unterschicht der Wirkung der Wärmeleitung entgegenarbeiten, da aber diese Wirkung den für Chlornatrium geltenden Konstanten gemäss verschiedene Mal kleiner ist, als die der Wärmeleitung, wollen wir davon absehen. Aus demselben Grunde wird es wahrscheinlich auch nicht notwendig sein, die Diffusion des Sauerstoffs zu berücksichtigen. Falls diese eine Rolle spielt, müssten ja auch die vorgefundenen Übersättigungen noch grösser sein, wenn keine Diffusion stattgefunden hätte. Die Strahlung von einer Wasserschicht zu einer anderen wird eine ähnliche, aber viel geringere Wirkung ausüben, wie die Wärmeleitung, und wir sehen daher von einer solchen ab.

Um uns über die Frage, inwiefern die Wärmeleitung für die vorgefundenen Übersättigungen eine bedeutende Rolle spielt, möglichst grosse Klarheit zu verschaffen, wollen wir jetzt die Beobachtungen selbst betrachten, und zwar diejenigen, deren Übersättigung gleich oder grösser als 5 % ist. Diese sind hier tabellarisch aufgeführt.

Tab. 3.

Tag	Jahr	Station	Tiefe	Temp.	Salzgeh.	Sauerstoff	Temp. berechn.
1 Mai	1905	Da 4	10	5·2	33·08	113·9	0·1
» »	»	» 7	5	5·75	24·94	108·1	2·6
» »	»	» »	15	5·3	29·74	105·0	3·3
» »	»	» »	20	5·0	31·27	105·7	2·8
» »	»	» 10	0	5·8	23·06	108·4	2·5
2 »	»	» 12	10	4·5	32·81	107·7	1·4
1 »	»	» 18	15	3·8	32·01	105·8	1·5
2 »	»	» 21	30	4·0	33·57	106·9	1·3
1 »	»	» 29	39	3·88	25·28	105·4	1·9
» »	»	» 32	5	4·77	14·79	105·5	2·7
» »	»	» »	15	4·85	16·18	108·2	1·8
1 Mai	1906	Da 9	20	4·29	30·30	106·1	2·0
» »	»	» 10	15	4·35	23·80	105·1	2·4
» »	»	» 20	15	4·0	22·56	109·9	0·4
1 Mai	1907	Da 4	15	5·2	33·08	105·4	3·0
» »	»	» 10	15	5·6	33·30	107·8	2·4
» »	»	» »	78	5·2	34·76	106·0	2·9

Tag	Jahr	Station	Tiefe	Temp.	Salzgeh.	Sauerstoff	Temp. berechn.
1 Aug.	1904	Da 9	10	16·6	24·67	105·7	13·6
» »	»	» »	15	15·9	28·08	107·5	12·0
» »	»	» 15	10	16·56	27·52	105·8	13·3
2 Aug.	1905	Da 4	30	9·8	35·08	119·2	2·5
» »	»	» »	40	8·4	35·08	118·9	1·2
» »	»	» »	50	7·7	35·12	112·9	2·5
1 »	»	» 7	40	13·0	33·91	106·0	10·0
» »	»	» 18	40	15·75	33·44	115·3	8·5
» »	»	» »	50	15·50	33·53	108·2	11·3
» »	»	» 20	20	10·44	31·40	106·7	7·4
» »	»	» 21	20	10·96	30·16	107·2	7·7
» »	»	» »	30	9·06	31·20	106·2	6·5
» »	»	» »	40	8·70	31·33	106·2	6·1
» »	»	» 26	20	8·71	29·85	122·2	0·4
» »	»	» 29	10	16·64	17·59	107·0	13·0
2 Aug.	1906	Da 21	5	17·6	16·67	105·6	14·6
31 Juli	»	» 23	0	18·0	12·99	105·3	15·2
2 Nov.	1904	Da 21	15	10·4	22·21	111·0	5·8
1 Nov.	1905	Da 29	15	8·05	12·77	115·4	2·3

Die unter „Temp. berechn." aufgeführten Ziffern bezeichnen die Temperatur, von der das betreffende Wasser erwärmt sein sollte, ohne dass eine Vermischung stattgefunden hätte, damit die vorgefundene Sauerstoffübersättigung entstehen könnte.

Aus der Tabelle kann man sehen, dass ein Mal 1. Mai 1905 und ein Mal 31. Juli 1906 Übersättigungen an der Oberfläche von mehr als 5 % vorkommen. Dies scheint nicht mit dem übereinzustimmen, was wir oben von der Sauerstoffmenge an der Oberfläche anführten, dass nämlich die Sauerstoffmenge hier

sich ziemlich schnell nach den Veränderungen des Luftdruckes und der Temperatur des Wassers richte; dieses Verhältnis wird sich am natürlichsten durch eine von vegetabilischem Plankton hervorgerufene Sauerstoffentwicklung erklären lassen.

Betrachtet man die Temperaturen, von denen in der Tiefe vorgefundenes Wasser erwärmt sein sollte, damit die Sauerstoffübersättigung sich daraus erklären liesse, muss man zugeben, dass sie recht niedrig sind; man sieht dies am deutlichsten, wenn man sie mit den Temperaturen untenstehender Tabelle 4 vergleicht. Die Ziffern der ersten Zeile bezeichnen die niedrigste vorgefundene Oberflächentemperatur T beim Leuchtschiff „Skagens Rev" und den entsprechenden Salzgehalt S in den Monaten Januar, Februar und März in denselben Jahren, aus denen die Sauerstoffproben sind; die Ziffern der zweiten Zeile in ähnlicher Weise die in den einzelnen Monaten bei einem Salzgehalt von mehr als 30 ‰ vorgefundenen niedrigsten Temperaturen; war die Temperatur bei mehreren Salzgehalten die nämliche, ist der Salzgehalt aufgeführt, der 30 ‰ am nächsten liegt.

Tab. 4 [1]).

1905						1906						1907					
Januar		Februar		März		Januar		Februar		März		Januar		Februar		März	
T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S	T	S
0·8	28·5	1·9	31·8	1·7	26·8	1·9	25·8	1·5	28·1	1·5	28·6	1·1	28·4	—0·6	29·3	1·3	31·0
2·5	31·1	1·9	31·8	2·4	32·6	2·3	30·7	1·9	32·6	1·9	30·6	1·4	30·3	0·5	33·5	1·3	31·0

Wir sehen also, dass es, wenn im Mai 1905 an den Stationen Da 12 und Da 18 in Tiefen von bezw. 10 m und 15 m Wasser vorgefunden wurde, dass von bezw. 1·4° und 1·5° erwärmt sein sollte, damit man die Sauerstoffübersättigung durch Erwärmung erklären könnte, schwer fällt, zu verstehen, wo dieses Wasser her kommen konnte, weil das kälteste Wasser mit Salzgehalt über 30 ‰, das den ganzen Winter hindurch bei Skagens Rev vorgefunden wurde, 1°9 ist. Es könnte ja allerdings anderswoher gekommen sein, aber wenn es auch Wasser geben sollte, das ein wenig kälter wäre, als das erwähnte Wasser bei Skagens Rev, so muss man sich erinnern, dass ein Teil und wahrscheinlich der grösste Teil der Erwärmung durch Vermischung mit wärmerem Oberflächenwasser bewirkt wird, das indessen Gelegenheit gehabt hat, seinen Sauerstoff abzugeben, und deshalb, wie früher erwähnt, nicht zur Sauerstoffübersättigung beitragen kann. Dasselbe zeigt sich an Station Da 21 in einer Tiefe von 30 m und im Mai 1906 an Station Da 20 in einer Tiefe von 15 m.

Für den August 1905 kann man dasselbe sehen bei Da 4 in den Tiefen von 30, 40, 50 m, indem nirgends im Skagerak für 35 ‰ Wasser so niedrige Temperaturen wie 2°5 beobachtet worden sind, und bei Da 26 in einer Tiefe von 20 m, wo also Wasser von noch niedrigerer Temperatur als für die Maibeobachtungen ausschliesslich durch Leitung oder Strahlung erwärmt sein müsste, ohne im Laufe eines halben Jahres mit erwärmten Oberflächenwasser, das seinen Sauerstoff abgegeben hätte, vermischt zu sein. Ähnliches gilt von den beiden einzigen Übersättigungen im November 1904 und 1905 an Station Da 21 und Da 29. Man scheint somit in den genannten Fällen mit Sicherheit sagen zu können, dass diese Sauerstoffübersättigungen nicht allein auf Wärmeleitung beruhen kann, und in vielen anderen Fällen kann dies als nicht wahrscheinlich gelten. Natürlicherweise ist man nie sicher vor Beobachtungsfehlern; die Übereinstimmungen zwischen den Messungen scheinen uns aber zu berechtigen, in diesem Zusammenhang davon abzusehen.

[1]) Nach Nautisk meteorologisk Aarbog, udg. af Det danske meteorologiske Institut.

Ausser durch Leitung könnte man sich auch vorstellen, dass eine Erwärmung durch Wärmestrahlung von der Sonne zustande käme; dies würde natürlich zuvörderst die Oberflächenschicht betreffen; da diese aber mit der Luft in Berührung steht, wird sie einfach ihre überflüssige Sauerstoffmenge an die Luft abgeben, und die Sauerstoffübersättigung wird somit nur in den niedrigeren Schichten statt haben.

Zur Aufklärung darüber, welche Rolle dies spielen kann, können wir auf einige Messungen verweisen, die von Alexander v. Kolescinsky in einigen ungarischen Saltseen ausgeführt worden sind[1]). Da die Schichtteilung des Wassers in diesen Seen einen verschiedenen Salzgehalt hat und zwischen Ober- und Unterschicht so grosse Unterschiede an spezifischem Gewicht herrschen, dass eine Vermischung zwischen ihnen schwerlich stattfindet, so erhält man ein Temperaturmaximum im obersten Teil der Unterschicht, wenn die Oberschicht dünn genug ist, indem die Wärme der Oberschicht durch Konvektionsströmungen in deren Innern an die Luft abgegeben wird. Tab. 5 enthält einen Auszug aus einer von Alexander v. Kolescinsky aufgestellten Tabelle; es sind die mittleren Zahlen einer Reihe von Messungen aus der Sommerzeit.

Tab. 5.

Tiefe in Metern	Medve See			Mogyoróser See			Schwarzer See		
	t° C.	spec. Gew.	Na Cl in %	t° C.	spec. Gew.	Na Cl in %	t° C.	spec. Gew.	Na Cl in %
0·0	21	....	..	30	1·021	3	26	1·018	2
0·1	..	1·038	5	..	....	..	..	....	..
0·42	39	....	..	..	1·044	6	..	1·019	2
0·50	..	1·154	20	..	....	..	..	....	..
0·82	52	....	..	31·5	....	..	27	....	..
1·00	..	1·176	23	..	1·070	9	..	1·019	2
1·32	56	....	..	36	....	..	27	....	..
1·5	..	1·183	24	37	1·180	23	..	1·019	2
3·0	..	1·188	24	..	1·198	26	..	1·140	19
3·32	38	....	..	28	....	..	21·5	....	..
5·32	30	....	..	21	....	..	17	....	..

Wie der Verfasser anführt, sieht man also, dass man, wo das stark salzige Wasser nahe an der Oberfläche ist, wie im Medve See nur $^1/_2$ m unter derselben, ein Temperaturmaximum in einer Tiefe von ca. 1 m hat; während man, wie im Schwarzen See, kein Temperaturmaximum von Bedeutung hat, wenn das schwach salzige Wasser 3 m dick ist, da die Wärmestrahlen der Sonne absorbiert werden, bevor sie so weit hinab gelangen, und die Konvektion in den oberen Schichten die aufgenommene Wärme an die Luft abgibt. Der Mogyoróser See nimmt eine vermittelnde Stellung ein, indem die wenig salzige Wasserschicht hier $1^1/_2$ m dick ist und das Temperaturmaximum, das nicht so ausgeprägt ist, wie im Medwe See, sich hier in einer Tiefe von 1·5—2 m findet.

Man muss somit annehmen, dass die Wärmestrahlung der Sonne im Meere nicht so tief hinab dringt, dass die dadurch hervorgerufene Erwärmung in nennenswertem Grade zur dort stattfindenden Sauerstoffübersättigung beitragen kann.

Was die Veränderung des Salzgehalts ohne Vermischung betrifft, haben wir bereits früher erwähnt, dass deren Wirkung verschiedene Mal geringer ist, als die der Wärmeleitung, und dass sie in entgegengesetzter Richtung wirkt. Wir wollen uns daher auf diese Frage nicht näher einlassen. Schliesslich müssen also die Sauerstoffübersättigungen, die sich in keiner anderen Weise erklären lassen, vom vegetabilischen Plankton herrühren. Es ist durch die bekannten Versuche von Martin Knudsen und C. Ostenfeld[2]) dargetan, dass vegetabilisches Plankton im Lichte dazu fähig ist, Kohlensäure zu

[1]) Annalen der Physik, Bd. I 1902, S. 408.

[2]) Den danske Ingolfexpedition, 1. Bd. II, S. 150.

assimilieren und Sauerstoff auszuscheiden. In den Tabellen ist bei jeder Station die Tageszeit der Untersuchung angeführt; es ist jedoch kaum möglich, einen Zusammenhang zwischen dieser Zeit und der Sauerstoffübersättigung nachzuweisen, wohingegen man annehmen muss, dass der ausgeschiedene Sauerstoff sich nach und nach anhäuft, und dass sich zwischen Tag und Nacht nur kleinere Schwankungen geltend machen. Dass sich wirklich oft in der Grenzschicht, wo die Sauerstoffübersättigungen angetroffen wurden, bedeutende Mengen von Plankton finden, ist eine Tatsache; es fragt sich nun, ob man einen wahrscheinlichen Grund dazu anführen kann, dass das Plankton sich vorzugsweise hier aufhält. Am wahrscheinlichsten beruht dies einfach darauf, dass das schwebende Plankton sich in seiner Bewegung am längsten an dem Orte aufhalten lässt, wo das spezifische Gewicht am stärksten variiert, wie Joh. Hjort ein ähnliches Verhältnis erklärt hat[1]).

c. Die Bodenschicht.

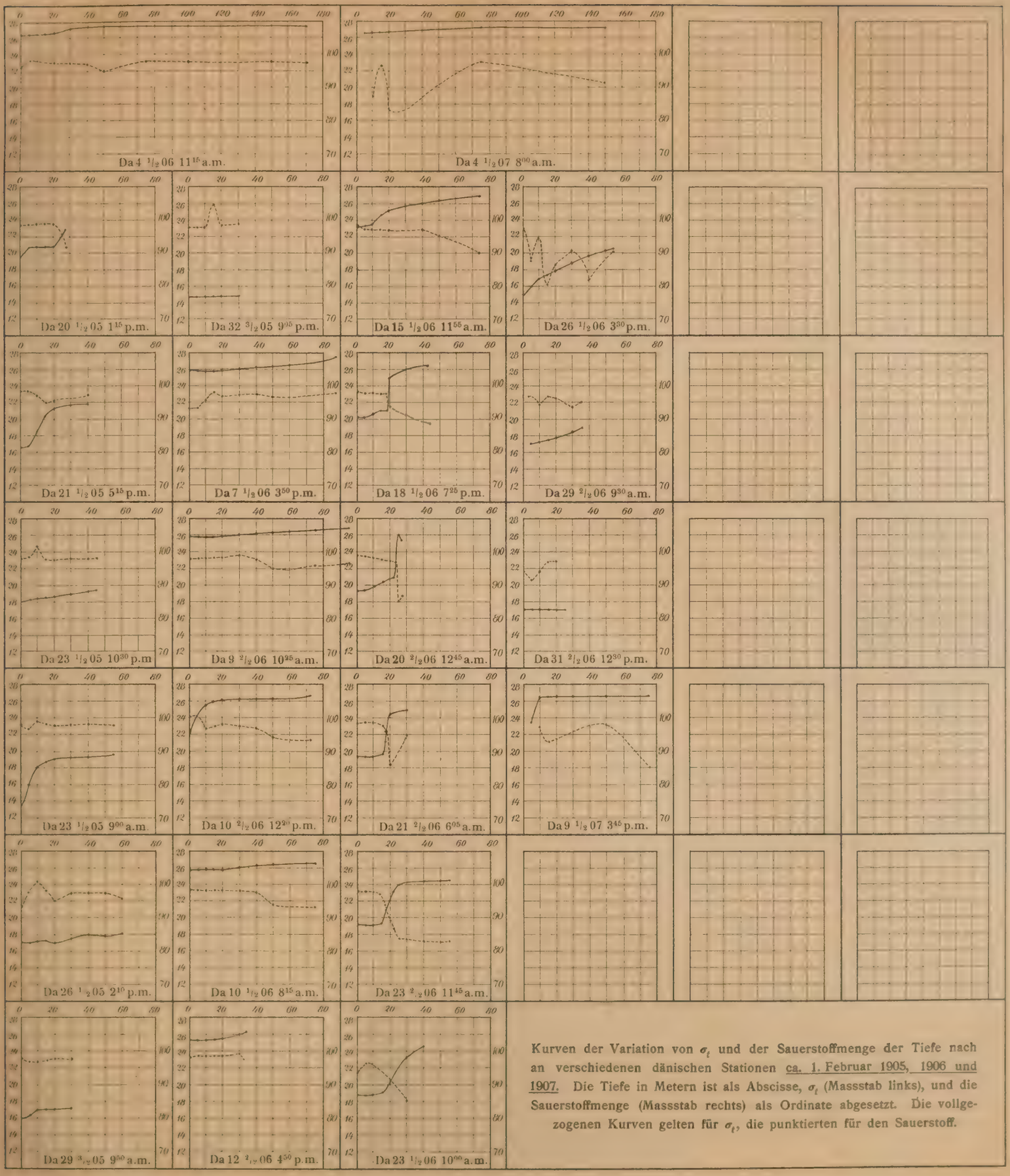
Die Verteilung der Sauerstoffmenge am Boden ist am deutlichsten aus Taf. V zu erkennen. Es macht sich in verschiedenen Monaten ein bedeutender Unterschied geltend. Die starken Vermischungen in den Wintermonaten bewirken, dass das Wasser in dieser Jahreszeit so gut ventiliert wird, dass es auch am Boden beinahe mit Sauerstoff gesättigt sein kann. So war dies der Fall im Februar 1905, wo Messungen unternommen wurden, nachdem an den vorhergehenden Tagen starke Stürme geherrscht hatten. Aus den Tabellen über Sauerstoffmenge sieht man auch, dass Temperatur und Salzgehalt bei diesen Messungen jedenfalls im Grossen Belt von der Oberfläche bis auf den Boden fast unverändert waren. Aus dem nördlichen Kattegat besitzen wir leider keine Beobachtungen.

Im Mai finden wir eine schärfere Sonderung, und zwar am Boden eine Sauerstoffuntersättigung des Wassers. Diese Untersättigung muss zweifelsohne dadurch entstehen, dass entweder der Sauerstoff vom animalischen Plankton und den höheren, im Meere lebenden Tieren verbraucht wird, oder dass tote Tiere und Pflanzen zu Boden sinken und verwesen. Wahrscheinlich findet beides statt. Ähnlich wie im Mai verhält es sich mit der Sauerstoffuntersättigung am Boden im August; dieselbe ist jedoch nicht so gross wie im November, was möglicherweise auf den oben erwähnten Übersättigungen in den intermediären Schichten beruht. Im November, wo sich diese intermediären Übersättigungen nicht finden, haben wir grosse Untersättigungen am Boden; in der tiefen Rinne bei Sprogø 1904 gar nur 54 %, und in dieser Jahreszeit ist ca. 60 % das gewöhnliche am Boden in der Umgebung von Schultz' Grund. Da wir annehmen dürfen, dass das Wasser hier durchschnittlich 1½—2 Monat von der Atmosphäre abgesperrt ist, sieht man also, dass im Laufe dieser Zeit ein nicht geringer Verbrauch des im Meereswasser absorbierten Sauerstoffs stattfindet.

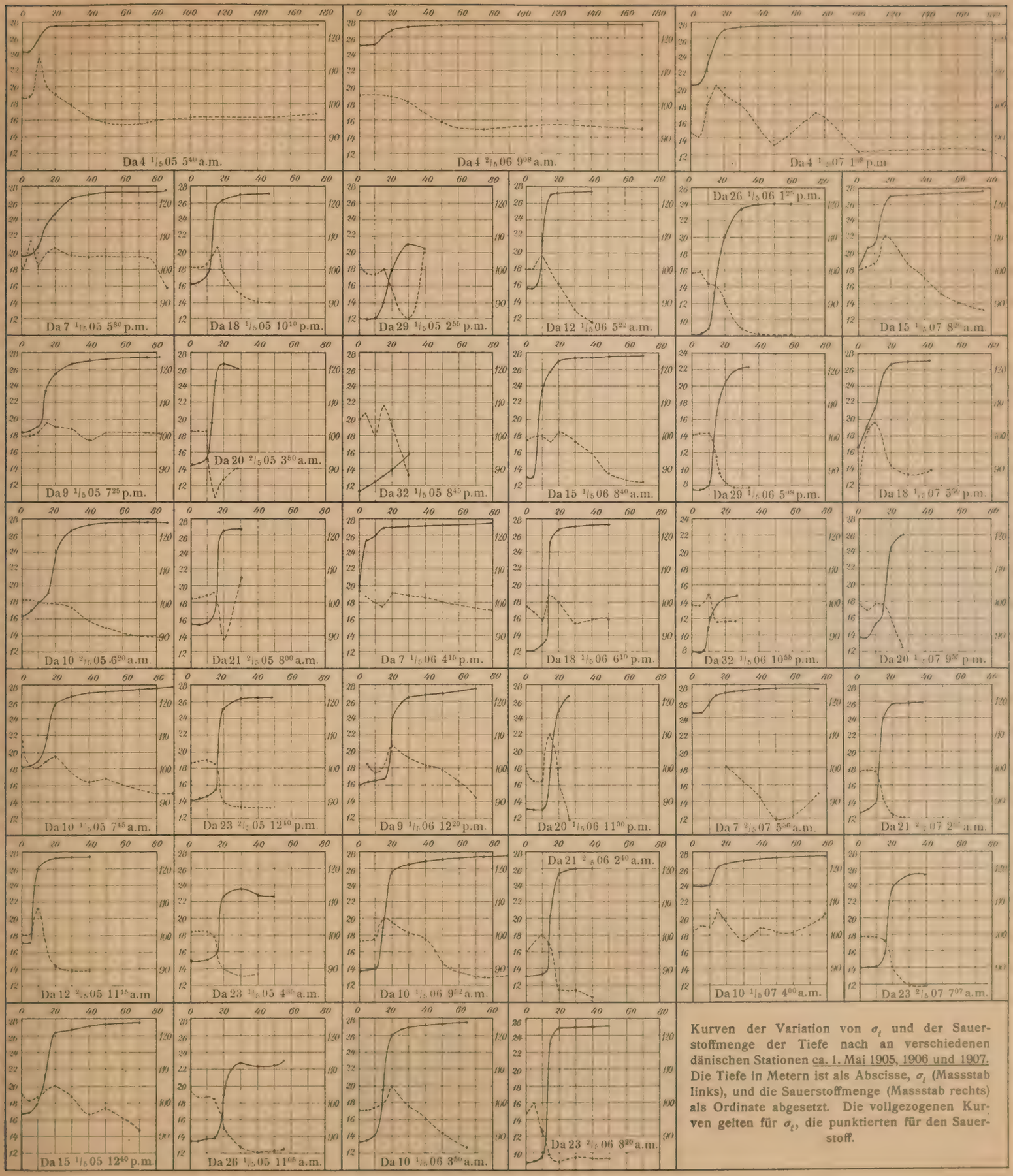
Im nördlichen Kattegat wird die Sauerstoffmenge am Boden nie eine so geringe, wozu der dort stattfindende schnelle Umsatz der Wassermassen beiträgt; daneben spielt aber sicherlich die aus dem Skagerak kommende, im nördlichen Kattegat stattfindende Anhaüfung des Oberflächenwassers eine Rolle; sie zeichnet sich dadurch aus, dass sowohl Isohalinen und Isothermen wie die Kurven der relativen Sauerstoffmenge sich hier weiter gegen den Boden hinab senken, als es südlicher und nördlicher von diesen Orten der Fall ist.

[1]) Die erste Nordmeerfahrt des norwegischen Fischereidampfers „Michael Sars". Petermanns Geogr. Mitteilungen. Bd. 47 1901. S. 105.

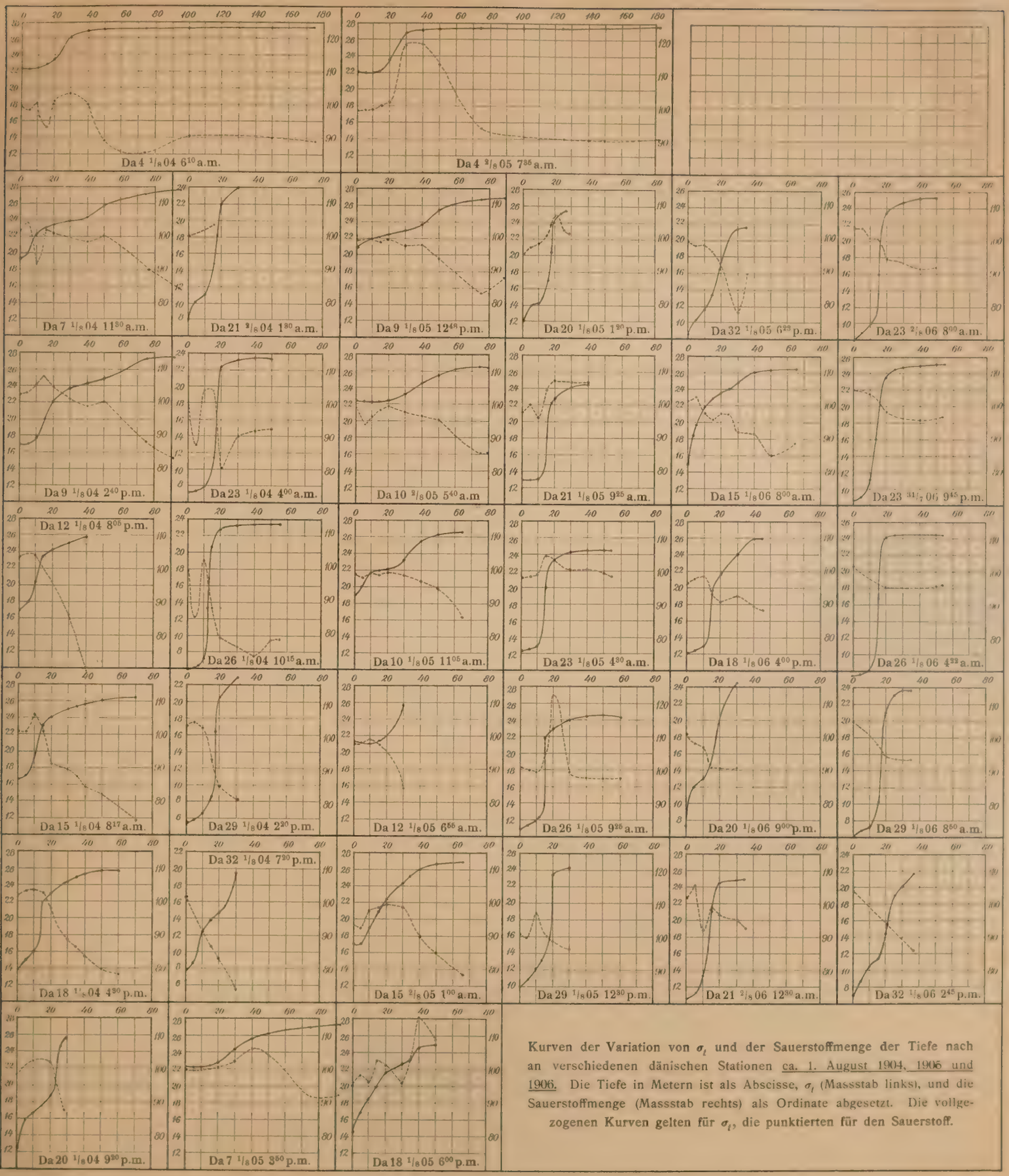
550. 21/x 1908



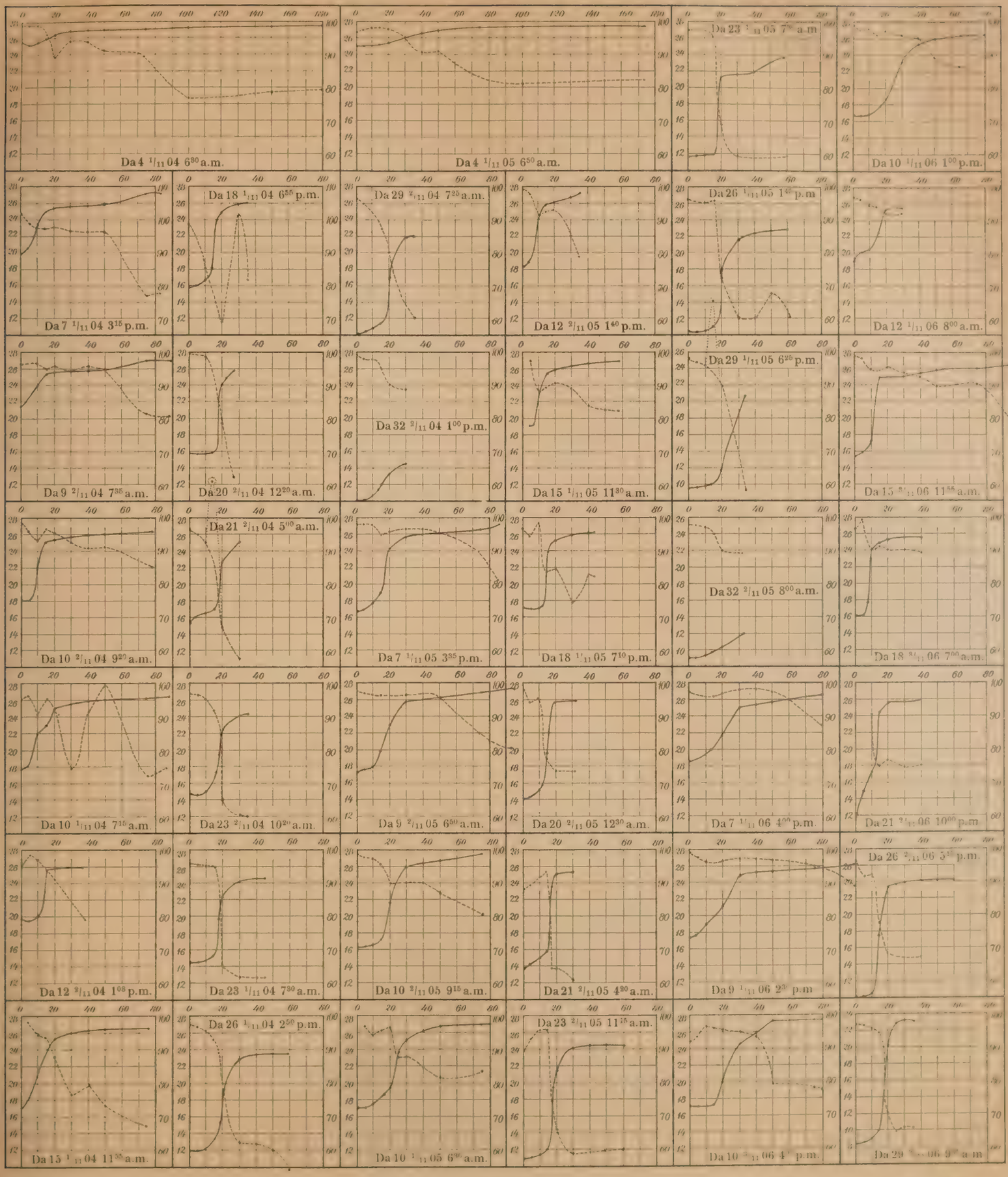
Kurven der Variation von σ_t und der Sauerstoffmenge der Tiefe nach an verschiedenen dänischen Stationen ca. 1. Februar 1905, 1906 und 1907. Die Tiefe in Metern ist als Abscisse, σ_t (Massstab links), und die Sauerstoffmenge (Massstab rechts) als Ordinate abgesetzt. Die vollgezogenen Kurven gelten für σ_t, die punktierten für den Sauerstoff.



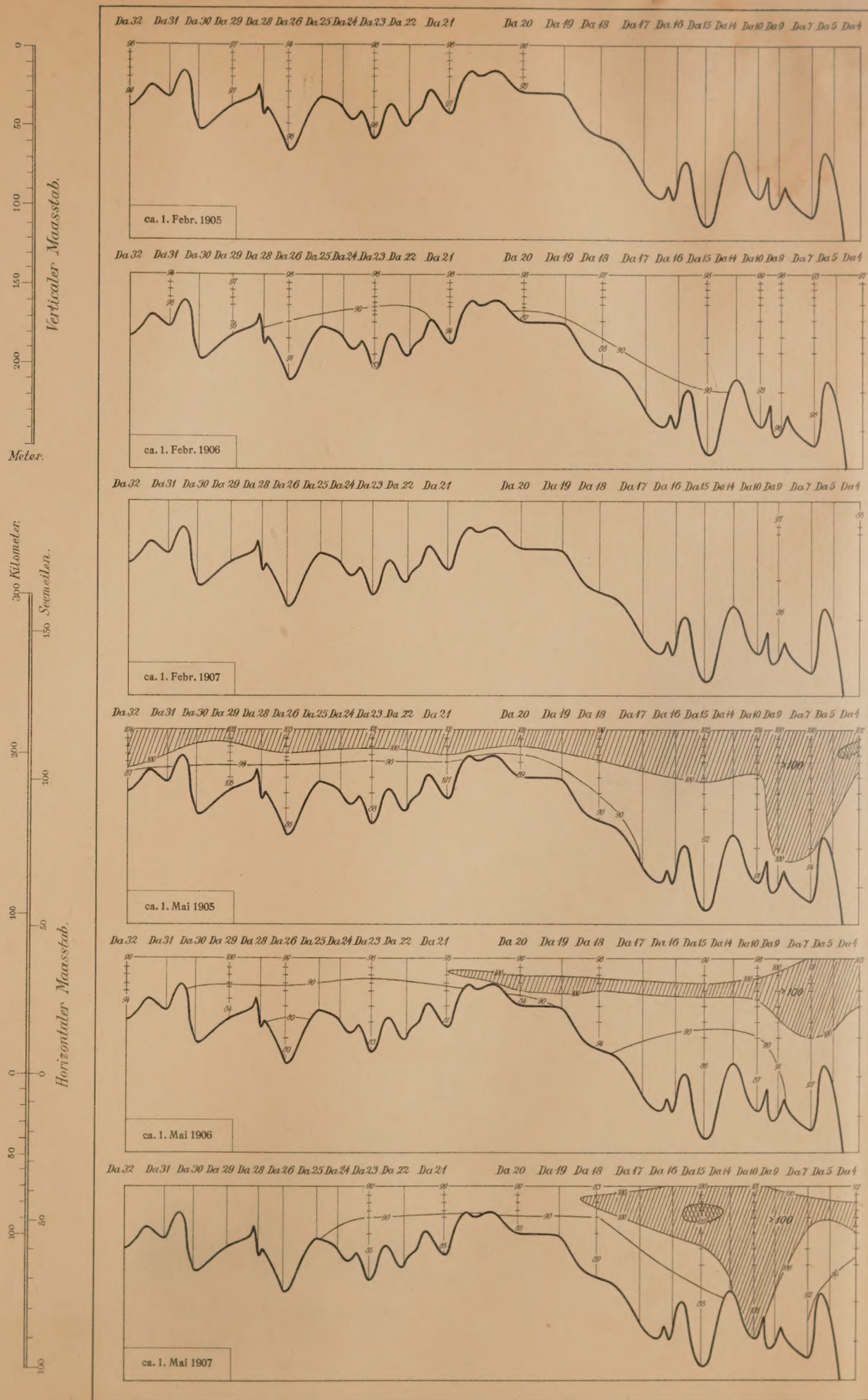
Kurven der Variation von σ_t und der Sauerstoffmenge der Tiefe nach an verschiedenen dänischen Stationen ca. 1. Mai 1905, 1906 und 1907. Die Tiefe in Metern ist als Abscisse, σ_t (Massstab links), und die Sauerstoffmenge (Massstab rechts) als Ordinate abgesetzt. Die vollgezogenen Kurven gelten für σ_t, die punktierten für den Sauerstoff.



Kurven der Variation von σ_t und der Sauerstoffmenge der Tiefe nach an verschiedenen dänischen Stationen ca. 1. August 1904, 1905 und 1906. Die Tiefe in Metern ist als Abscisse, σ_t (Massstab links), und die Sauerstoffmenge (Massstab rechts) als Ordinate abgesetzt. Die vollgezogenen Kurven gelten für σ_t, die punktierten für den Sauerstoff.

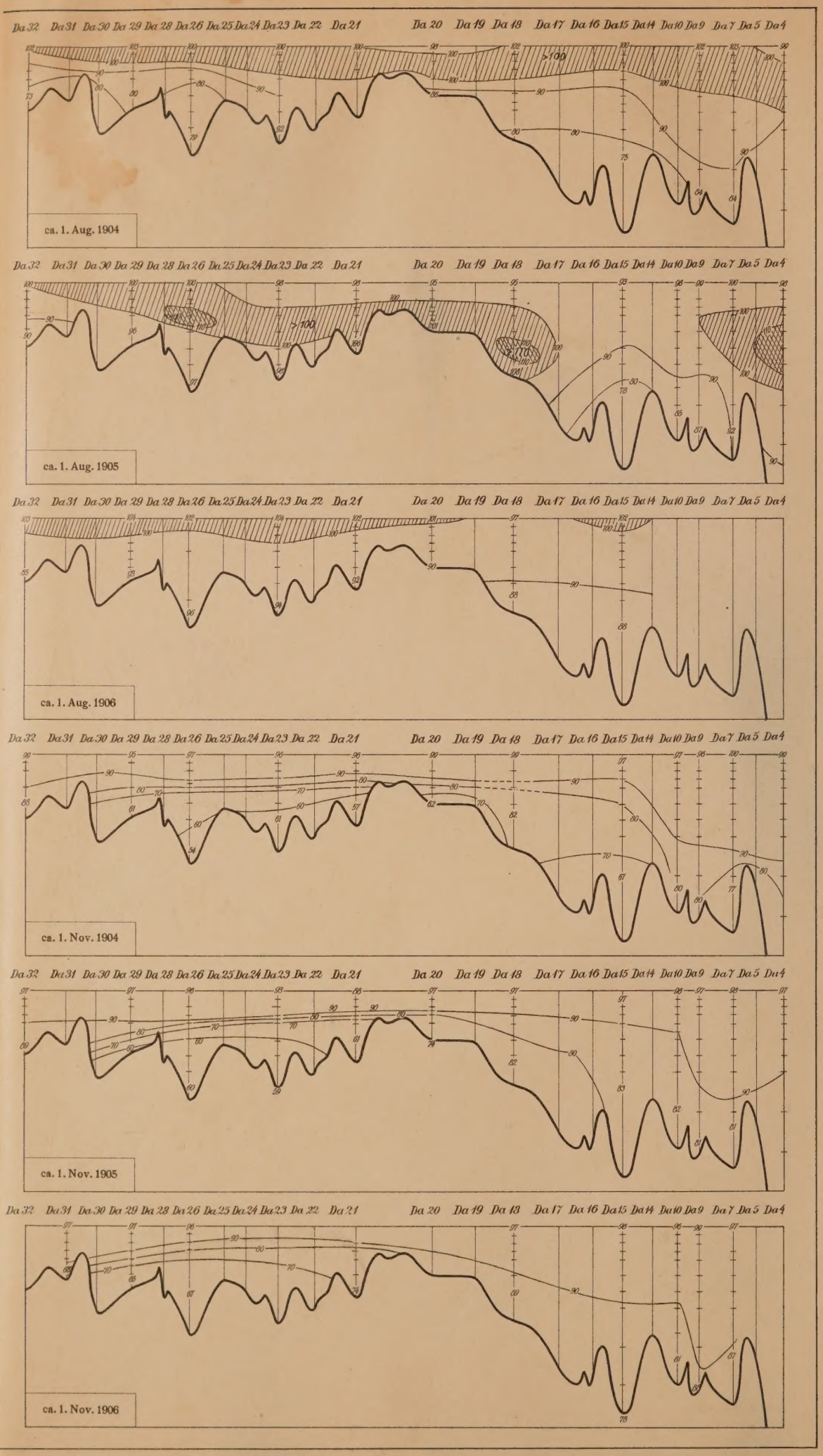


Kurven der Variation von σ_t und der Sauerstoffmenge der Tiefe nach an verschiedenen dänischen Stationen ca. 1. November 1904, 1905 und 1906. Die Tiefe in Metern ist als Abscisse, σ_t (Massstab links), und die Sauerstoffmenge (Massstab rechts) als Ordinate abgesetzt. Die vollgezogenen Kurven gelten für σ_t, die punktierten für den Sauerstoff.


Da 32 Da 31 Da 30 Da 29 Da 28 Da 26 Da 25 Da 24 Da 23 Da 22 Da 21 Da 20 Da 19 Da 18 Da 17 Da 16 Da 15 Da 14 Da 10 Da 9 Da 7 Da 5 Da 4
ca. 1. Febr. 1905
ca. 1. Febr. 1906
ca. 1. Febr. 1907
ca. 1. Mai 1905
ca. 1. Mai 1906
ca. 1. Mai 1907
Vertikaler Maasstab.
Meter.
300 Kilometer.
150 Seemeilen.
Horizontaler Maasstab.

Die relative Menge von Sauerstoff im Meereswasser

Die schraffierten Partieen geben die Stellen an, wo das Wasser mit Sauerstoff übersättigt ist. Die doppelt
Die Zahlen geben die vorgefundene Menge in % an im Verhältnis zu der zur Sättigung not-
1 mm horizontal repräsentiert 3 km = 1,62 Semeilen.


Da 32 Da 31 Da 30 Da 29 Da 28 Da 26 Da 25 Da 24 Da 23 Da 22 Da 21 Da 20 Da 19 Da 18 Da 17 Da 16 Da 15 Da 14 Da 10 Da 9 Da 7 Da 5 Da 4
>100
ca. 1. Aug. 1904
ca. 1. Aug. 1905
ca. 1. Aug. 1906
ca. 1. Nov. 1904
ca. 1. Nov. 1905
ca. 1. Nov. 1906

an dänischen Stationen August 1904 — Mai 1907.

schraffierten die Stellen, wo die Übersättigung mehr als 10 % der zur Sättigung notwendigen Menge beträgt.
wendigen Menge. Beobachtungen sind an den mit einem Strich markierten Plätzen ausgeführt.
1 mm vertical repräsentiert 3 m.